



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA

BENEDITO PEREIRA LIMA NETO

**DESEMPENHO PRODUTIVO E FISIOLÓGICO DO RABANETEIRO EM
CONSORCIAÇÃO COM ESPÉCIES AROMÁTICAS E CONDIMENTARES**

FORTALEZA

2020

BENEDITO PEREIRA LIMA NETO

DESEMPENHO PRODUTIVO E FISIOLÓGICO DO RABANETEIRO EM
CONSORCIAÇÃO COM ESPÉCIES AROMÁTICAS E CONDIMENTARES

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L696d Lima Neto, Benedito Pereira.
Desempenho produtivo e fisiológico do rabaneteiro em consorciação com espécies aromáticas e condimentares / Benedito Pereira Lima Neto. – 2020.
71 f. : il.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2020.
Orientação: Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães.
Coorientação: Prof. Dr. Hozano de Souza Lemos Neto.
1. Raphanus sativus L. . 2. Coriandrum sativum. 3. Allium fistulosum L. . 4. Allium tuberosum. 5. Ocimum basilicum. I. Título.

CDD 630

BENEDITO PEREIRA LIMA NETO

DESEMPENHO PRODUTIVO E FISIOLÓGICO DO RABANETEIRO EM
CONSORCIAÇÃO COM ESPÉCIES AROMÁTICAS E CONDIMENTARES

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Aprovada em: 26/10/2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo de Almeida Guimarães (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Hozano de Souza Lemos Neto
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA)

Dr. Carlos Tadeu Dos Santos Dias
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Rosilene Oliveira Mesquita
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus, por ter me dado coragem, renúncia e disposição;

Ao meu pai Valquiro por estar no céu intercedendo por minha caminhada;

À minha mãe e meu irmão, por não desistirem de mim, dando todo o amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida e oportunidade para realização desse sonho.

Aos meus pais, Valquiro (*in memoriam*) e Fátima, que sempre me ensinaram a correr atrás dos meus sonhos, ensinando os verdadeiros valores da vida. Por todo amor, paciência e compreensão.

Ao meu irmão Mateus que sempre esteve ao meu lado enfrentado os desafios dessa caminhada.

À minha avó, Maria, por todo carinho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, pela realização do trabalho.

À UFC e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia (PPGAF), pela oportunidade de cursar o mestrado, pelo apoio na formação, pela concessão das bolsas e pela disponibilização da infraestrutura para o ensino.

Ao CNPq pelas bolsas de Pibic e de mestrado.

Ao professor Dr. Marcelo de Almeida Guimarães pela excelente orientação e amizade.

Ao Núcleo de Estudos em Olericultura do Nordeste (NEON), fonte de aprendizado profissional e pessoal.

À professora Dra. Rosilene e Johny Silva pelo apoio durante as avaliações fisiológicas.

Aos amigos da UFC, Caris, Robson, Marcos, Hozano, Lázaro, Nailson, Janiquele e Ronaldo pelas conversas, pelo incentivo e por momentos de descontração que tornaram a jornada mais leve.

Aos amigos da Comunidade Católica Shalom, pelas partilhas, convivências e todo o carisma.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A consorciação é uma técnica que se utiliza mais de uma espécie simultaneamente na área de cultivo com a finalidade de melhorar o aproveitamento da área e, assim, aumentar a produtividade. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho produtivo e fisiológico do rabaneteiro em consorciação com espécies aromáticas e condimentares. O estudo foi conduzido em uma área experimental da Horta Didática da Universidade Federal do Ceará, em delineamento em blocos aleatorizados, com quatro repetições e nove tratamentos, que consistiram nos cultivos solteiros e consorciados: T1 - rabanete; T2 - rabanete e coentro; T3 - rabanete e cebolinha; T4 - rabanete e nirá; T5 - rabanete e manjericão; T6 - coentro; T7 - cebolinha; T8 - nirá e T9 - manjericão. Foram avaliadas características fitotécnicas, indicadores de eficiência biológica, trocas gasosas, clorofilas e habilidade competitiva do sistema. O consórcio de rabanete com coentro apresentou maior produtividade no segundo ciclo de 7,74 t.ha⁻¹, não diferindo do cultivo solteiro de rabanete, de modo que a menor produtividade foi em consórcio com cebolinha e manjericão. Para eficiência biológica, obteve-se UET de 1,71 e CRC de 68,50% para T2, havendo uma maior predominância do rabanete em relação ao coentro, utilizando os recursos produtivos mais eficientemente. Não houve diferença no desempenho fisiológico entre o consórcio e monocultivo, havendo diferença entre ciclos de rabanete por questões climáticas. O rabanete apresentou maior habilidade competitiva em consórcio com coentro e nirá, sendo que a cebolinha e manjericão dominaram o rabanete em 1,86 e 0,28, respectivamente. No consórcio de rabanete com coentro, o rendimento produtivo do rabanete compensou os ganhos do coentro no consórcio em 2,07, balanceando o ganho do sistema. O consórcio rabanete e nirá foi o que apresentou menor variação na competição interespecífica. De modo geral, o consórcio rabanete e coentro foi o que apresentou melhores resultados, sendo o consórcio mais vantajoso, sendo viável sua utilização frente ao monocultivo de rabanete.

Palavras-chave: *Raphanus sativus* L. *Coriandrum sativum*. *Allium fistulosum* L.. *Allium tuberosum*. *Ocimum basilicum*. Eficiência do uso da terra. Índice de agressividade. Produtividade.

ABSTRACT

The intercropping allows to improve the utilization of the cultivation area and, thus, to increase productivity per unit area. In this sense, the objective of this research was to evaluate the productive and physiological performance of the rabaneteiro in association with aromatic and condiment species. The study was conducted in an experimental area of the Horta Didática of the Universidade Federal do Ceará, in a randomized block design, with four replications and nine treatments: T1 - single cultivation of radish; T2 - intercropping radish and coriander; T3 - intercropped radish and chives; T4 - intercropped radish and nirá cultivation; T5 - intercropping of radish and basil; T6 - single cultivation of coriander; T7 - single cultivation of chives; T8 - single cultivation of nirá and T9 - single cultivation of basil. The following agronomic characteristics were evaluated: average number of leaves, plant height (cm), diameter and length of the tuber (cm), fresh and dry mass of the tuber (g) and total production per area. For biological efficiency were calculated: index of efficient land use, relative contribution of the radish crop to the UET, ratio of area equivalent in time and index of productivity of the system. For the physiological evaluation, liquid photosynthesis, CO₂ concentration in the substomatic chamber, instant carboxylation efficiency, ratio between the concentration of CO₂ in the substomatic chamber and the concentration of CO₂ in the environment, stomatal conductance, transpiration rate and leaf area were measured. For competitive ability, the following indices were calculated: aggressiveness, competition and compensation. In general, the efficiency and the advantage of the intercropped system had an influence on the complementarity between the component cultures. The radish and coriander consortium showed the highest productivity and biological efficiency, with the highest interspecific complementarity. There was no physiological difference between the intercropped and monoculture production systems. There was a difference between the radish production cycles, due to environmental issues. The radish showed greater competitive ability in consortium with coriander and nira. Chives were the most aggressive crop. The radish and nira consortium were the most advantageous, allowing a greater balance in the use of productive resources.

Keywords: *Raphanus sativus L.* *Coriandrum sativum.* *Allium fistulosum L.* *Allium tuberosum.* *Ocimum basilicum.* Efficiency of land use. Aggressiveness index. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Dados meteorológicos de temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação (mm) no período de fevereiro a junho de 2019, totalizando 107 dias, coletados na estação agrometeorológica da UFC. Fortaleza, UFC, 2020..... 32
- Figura 2 – Desenho dos arranjos das plantas de rabanete e das espécies aromáticas e condimentares em sistema solteiro e consorciado. Fortaleza, CE, UFC, 2020.. 34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Caracterização dos tratamentos em consórcio e cultivo solteiro. Fortaleza, CE, UFC, 2020..... 33
- Tabela 2 – Médias do número de folhas (NF), altura da planta (AP), diâmetro da túbera (DT), comprimento da túbera (CT), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da túbera (MFTU), massa seca da túbera (MSTU), massa seca da parte aérea (MSPA) e produtividade (PRODT) de plantas de rabanetes consorciadas com plantas aromáticas e condimentares em dois ciclos de produção. Fortaleza, CE, UFC, 2020..... 39
- Tabela 3 – Médias de número de perfilhos (NP); altura de planta (AP); massa fresca da parte aérea (MFPA); massa seca da parte aérea (MSPA) e produtividade do coentro em cultivo solteiro e consorciado com rabanete em dois ciclos. Fortaleza, CE, UFC, 2020..... 41
- Tabela 4 – Médias de número de perfilhos (NP); número de folhas (NF); altura de planta (AP); comprimento de raiz (CR); diâmetro do caule (DC); massa fresca da parte aérea (MFPA); massa seca da parte aérea (MSPA) e produtividade de cebolinha, nirá e manjericão, em cultivo solteiro e consorciado com rabanete. Fortaleza, CE, UFC, 2020..... 41
- Tabela 5 – Índice de uso eficiente da terra parcial para rabanete (Ia), Índice de uso eficiente da terra parcial para o consorte (Ib), Índice de Uso Eficiente da Terra (UET), Contribuição Relativa da Cultura de rabanete ao UET (CRC), Razão de Área Equivalente no Tempo (RAET), Índice de Produtividade do Sistema (IPS) de plantas de rabanetes cultivados de forma solteira (T1) e consorciado (T2, T3, T4 e T5) com plantas aromáticas condimentares. Fortaleza, CE, UFC, 2020..... 42
- Tabela 6 – Médias de fotossíntese líquida (A), concentração de CO₂ na câmara subestomática (Ci), eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci), razão entre a concentração de CO₂ na câmara subestomática e a concentração de CO₂ no ambiente (Ci/Ca), condutância estomática (Gs), taxa de transpiração (E) e área foliar (AF) do rabanete consorciado com plantas aromáticas e

condimentares. Fortaleza, CE, UFC, 2020.....	54
Tabela 7 – Médias dos teores de clorofila “a”, clorofila “b”, razão clorofila “a” e “b” e clorofila total de rabanete consorciado com plantas aromáticas condimentares em dois ciclos de cultivo. Fortaleza, CE, UFC, 2020.....	56
Tabela 8 – Indicadores de habilidade competitiva, agressividade (A), razão de competição (RC) e razão de compensação (RCo) de rabaneteiro cultivado com plantas aromáticas e condimentares. Fortaleza, CE, UFC, 2020.....	57

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	14
2	OBJETIVO GERAL.....	15
2.1	Objetivos específicos.....	15
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1	Consortiação.....	16
3.2	Rabanete.....	18
3.3	Culturas aromáticas e condimentares.....	20
3.3.1	<i>Coentro.....</i>	<i>21</i>
3.3.2	<i>Cebolinha.....</i>	<i>22</i>
3.3.3	<i>Nirá.....</i>	<i>23</i>
3.3.4	<i>Manjeriço.....</i>	<i>24</i>
4	DESEMPENHO AGRONÔMICO E EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DO RABANETEIRO CONSORCIADO COM ESPÉCIES AROMÁTICAS CONDIMENTARES.....	27
4.1	Introdução.....	29
4.2	Material e métodos.....	31
4.2.1	<i>Caracterização da área de estudo e delineamento experimental.....</i>	<i>31</i>
4.2.2	<i>Parcela experimental.....</i>	<i>33</i>
4.2.3	<i>Instalação e condução do experimento.....</i>	<i>34</i>
4.2.4	<i>Avaliações fitotécnicas e eficiência biológica.....</i>	<i>35</i>
4.2.5	<i>Análise estatística.....</i>	<i>38</i>
4.3	Resultados e discussão.....	38
4.4	Conclusão.....	44
5	DESEMPENHO FISIOLÓGICO E HABILIDADE COMPETITIVA DO RABANETEIRO CONSORCIADO COM ESPÉCIES AROMÁTICAS CONDIMENTARES.....	45
5.1	Introdução.....	47
5.2	Material e métodos.....	49
5.2.1	<i>Caracterização da área de estudo e delineamento experimental.....</i>	<i>49</i>
5.2.2	<i>Parcela experimental.....</i>	<i>49</i>

5.2.3	<i>Instalação e condução do experimento.....</i>	50
5.2.4	<i>Avaliações fisiológicas e da habilidade competitiva.....</i>	51
5.2.5	<i>Análise estatística.....</i>	54
5.3	Resultados e discussão.....	54
5.4	Conclusão.....	59
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
	REFERÊNCIAS.....	61

1 INTRODUÇÃO GERAL

A consorciação apresenta-se como um sistema de produção que visa proporcionar maior rendimento com menor impacto devido à maior eficiência no uso de recursos naturais e insumos envolvidos no processo produtivo, o que traz benefícios para a produção agrícola (CECÍLIO FILHO *et al.*, 2015; CECÍLIO FILHO *et al.*, 2017; HENDGES *et al.*, 2018). Os grandes desafios para o sucesso dos sistemas consorciados estão na capacidade de determinar quais culturas serão utilizadas e, principalmente, na forma de se manejar as culturas em consórcio (FERREIRA *et al.*, 2014).

Dentre a possibilidade de consorciação, o rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma hortaliça de porte pequeno e ciclo curto, em média de 30 dias da sementeira a colheita, sendo ideal para este tipo de sistema. A raiz tuberosa é o produto comercial que possui alto valor alimentício, sendo consumida na forma de saladas e conservas (SILVA *et al.*, 2012a). Atualmente é cultivado em várias regiões do mundo, sendo a maior parte na região do Mediterrâneo (YAMANE *et al.*, 2009). No Brasil, a produção está estimada em nove mil toneladas anuais, sendo cultivado em, aproximadamente, seis mil estabelecimentos agropecuários. A produção é concentrada nas regiões sul e sudeste com os estados de São Paulo e Rio Grande do Sul sendo os maiores produtores e consumidores (IBGE, 2017). Embora a produção nacional de rabanete seja, predominantemente, oriunda de monocultivos, a cultura apresenta potencial para ser cultivada em consórcio (SILVA *et al.*, 2012b; NUNES *et al.*, 2018).

Neste contexto, o uso de plantas aromáticas e condimentares surge como uma importante alternativa para o sistema de consorciação, já que podem produzir substâncias capazes de repelir insetos que causam danos às plantas, atrair outros insetos conhecidos como predadores, bem como impedir ou reduzir a disseminação de doenças em áreas de cultivo (RESENDE *et al.*, 2015). Além disso, as plantas aromáticas e condimentares também apresentam grande importância nutricional, sendo muito utilizadas na dieta humana.

Com o objetivo de se avaliar o sistema consorciado de produção de hortaliças, diversas pesquisas com espécies de maior expressividade comercial foram desenvolvidas (MAIA *et al.*, 2008; CARVALHO *et al.*, 2009). Borges *et al.* (2019), trabalhando com alface consorciada com espécies aromáticas e condimentares mostraram melhores resultados em cultivo consorciado com cebolinha e coentro, obtendo índice de equivalência de área (IEA) maior que 1,0, comprovando a hipótese de que há viabilidade na combinação dessas espécies de plantas em cultivos consorciados.

Dessa forma, pode-se identificar que estudos envolvendo consórcios com brássicas, como o rabanete, ainda são incipientes, sobretudo, aqueles que abordem seu consórcio com plantas aromáticas e condimentares. Os poucos estudos trazem como resultados positivos o consórcio de couve com coentro (RESENDE *et al.*, 2010) e couve com salsa (HENDGES *et al.*, 2019), ambas apresentando viabilidade técnica e eficiência agroeconômica para sua adoção em relação aos monocultivos.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho produtivo, fisiológico e os índices de eficiência biológica e habilidade competitiva do rabaneteiro cultivado com espécies aromáticas e condimentares.

2.1. Objetivos específicos

- ✓ Selecionar a (s) combinação(ões) de consórcio(s) com melhor(es) eficiência(s) agronômica (s) do sistema;
- ✓ Avaliar a eficiência produtiva dos sistemas consorciados;
- ✓ Avaliar a habilidade competitiva dos sistemas consorciados;
- ✓ Avaliar o desempenho produtivo do rabanete e das espécies aromáticas e condimentares;
- ✓ Avaliar e entender as possíveis influências fisiológicas das plantas consortes no rabaneteiro.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Consorciação

A consorciação de culturas consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies numa área agrícola, tendo a dimensão espacial e temporal de convivência entre as plantas cultivadas (PINTO; PINTO; PINTOMBEIRA, 2012). Esse tipo de cultivo apresenta diversos benefícios, dentre eles destaca-se o melhor aproveitamento da terra e dos insumos utilizados e maior produtividade e diversidade de produtos colhidos por unidade de área (REZENDE *et al.*, 2005; CAMILI *et al.*, 2013). Tudo isso contribui para a maior estabilidade e rendimento econômico da atividade produtiva.

Por proporcionar o aumento da diversidade vegetal, os cultivos consorciados contribuem para a minimização de problemas com pragas e doenças (BEIZHOU *et al.*, 2012) e, quando bem ajustados em termos de densidade de plantas, também contribuem para a maior cobertura vegetativa do solo, o que auxilia na menor incidência de plantas invasoras e na maior proteção do solo contra a erosão (MATTOS *et al.*, 2005).

Os sistemas consorciados podem ser estabelecidos de forma intercalar (culturas em fileiras alternadas), em faixa, em mosaico ou até mesmo sem um arranjo definido (SEDIYAMA *et al.*, 2014). Embora esse sistema apresente inúmeras vantagens em relação ao monocultivo, diversos fatores influenciam sua viabilidade agrônômica, merecendo destaque a seleção criteriosa das espécies e cultivares (ZARATE *et al.*, 2007; PORTO, 2008), as épocas de plantio (GRANGEIRO *et al.*, 2007), os arranjos espaciais e a densidade populacional (SOUZA; MACEDO, 2007). Esses fatores determinam a configuração espacial e temporal do consórcio, os quais podem colaborar para a maior ou menor competição interespecífica das culturas pelos recursos do ambiente durante o período de convivência (PINTO; PINTO; PINTOMBEIRA, 2012). As culturas consorciadas interagem dinamicamente de tal forma que suas produções são interdependentes (BEZERRA NETO *et al.*, 2007).

Nesse sistema de produção, quando a competição é mínima, diz-se que as culturas se combinam benéficamente. Por outro lado, quando a competição é intensa, considera-se haver uma interação negativa entre as culturas, com efeitos sobre o crescimento e desenvolvimento de uma ou ambas as espécies, resultando assim, em menor rendimento e qualidade dos produtos.

A competição interespecífica na consorciação é inevitável (VANDERMEER, 1992). Diante disso, torna-se imprescindível avaliar aspectos dentro e entre as culturas consortes que possibilitem indicar algum tipo de benefício ou não de sua consorciação. Para isso foram desenvolvidos diversos índices que possibilitam a representação da competição entre as culturas componentes neste sistema, sendo indispensáveis para sua análise e descrição, o que auxilia na definição das combinações de culturas e no estabelecimento do manejo do cultivo (CECÍLIO FILHO *et al.*, 2013). Os valores destes índices ajudam a determinar a eficiência biológica e a habilidade competitiva dos sistemas consorciados (PINTO *et al.*, 2011).

Para eficiência biológica, de forma geral, utiliza-se a comparação de produtividades entre sistemas (monocultivo e cultivo consorciado), sendo avaliados a partir de índices como: uso eficiente da terra (UET), contribuição relativa da cultura principal ao UET (CRC), razão de área equivalente no tempo (RAET) e índice de produtividade do sistema (IPS). Para habilidade competitiva, avalia-se a competição entre os mesmos sistemas, sendo avaliados a partir de índices como: agressividade (A); razão de competição (RC) e razão de compensação (RCo).

Pesquisas envolvendo a avaliação de sistemas consorciados de hortaliças através de índices de habilidade competitiva e eficiência biológica foram realizadas por Cecílio Filho *et al.* (2015), estudando a eficiência do consórcio de pepino e alface, através de índices biológicos e agroeconômicos, esses pesquisadores verificaram vantagens do consórcio em relação ao cultivo solteiro.

Diante disso, o grande desafio dos sistemas consorciados é pela busca da complementaridade entre as culturas que se pretende produzir. Para tanto, os produtores precisam planejar os consórcios conforme as exigências de luz, porte, ciclo produtivo e período de maior demanda de recursos de cada cultura, a fim de que cada uma ocupe seu nicho ecológico (SUGASTI; JUNQUEIRA; SABOYA, 2013). É sempre aconselhável combinar espécies que se diferenciem quanto à família botânica, suas características morfológicas, padrões de crescimento e ciclo, no caso deste último, sendo uma de ciclo longo e outra de ciclo mais curto, preferencialmente (FONSECA, 2009).

O consórcio tem potencial de utilização por pequenos produtores, sendo uma técnica de fácil implantação. Alguns trabalhos têm demonstrado a viabilidade do cultivo consorciado de hortaliças. Sugasti *et al.* (2013), trabalharam com rabanete, alface e quiabo observaram que os consórcios resultaram em produção global de 48 a 171% maior em

comparação às monoculturas, indicando uma maior complementaridade em sistema consorciado. Schimidt *et al.* (2014), observaram que o cultivo consorciado do rabanete e rúcula é indicado economicamente, pois a presença das duas culturas, possibilita o aumento na geração de renda para o agricultor em uma mesma área física de cultivo, além do maior aproveitamento da área.

3.2 Rabanete

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) pertencente à família Brassicaceae (MURAYAMA, 1987), sendo uma planta de porte pequeno, túbera globular de coloração vermelha escarlate brilhante por fora e de polpa branca (FILGUEIRA, 2013), sendo essa a parte comercializada (LIRA, 2013). Essa hortaliça é cultivada em muitas partes do mundo devido ao alto valor nutritivo (AKRAM *et al.*, 2015). Seu principal uso é em saladas, no entanto, o rabanete também pode ser usado para fins medicinais, já que apresenta atividade digestiva, laxante, hepato-protetora, antimicrobiana, antioxidante e anticancerígena (LEE *et al.*, 2012).

No Brasil, a cultura apresenta poucos estudos de viabilidade econômica (PULITI *et al.*, 2009), sendo cultivada fundamentalmente em pequenas propriedades agrícolas (2-5 hectares). Segundo dados apresentados pelo IBGE (2017), estima-se que a produção nacional dessa cultura esteja em torno de nove toneladas por ano.

O ciclo curto e a rusticidade para produzir fazem com que o rabanete contribua para um aproveitamento mais racional da área de produção (ROSSI; MONTALDI, 2004; FILGUEIRA, 2013), isso porque, pode ser utilizado em rotação de culturas e em sistemas consorciados, em que é intercalado com culturas de ciclos mais tardios (MARCOS FILHO; KIKUTI, 2006; GRANGEIRO *et al.*, 2008).

O desenvolvimento do rabaneteiro é muito influenciado pelos fatores climáticos como temperatura e umidade relativa do ar e do solo,. De forma geral, é necessário que a temperatura do ambiente esteja no máximo em 35 °C (GOUVEIA, 2016), porém essa hortaliça se adapta melhor a condições de temperaturas baixas de 21°C e dias curtos. Estas condições mantêm a planta em estado vegetativo por mais tempo, fazendo com que produza

mais folhas e essas, quando completamente desenvolvidas, contribuem para uma maior realização de fotossíntese e, conseqüentemente, tamanho de túbera.

A cultura é sensível à redução ou excesso de água no solo, devendo o nível de água disponível ser mantido sempre próximo a 100% da capacidade de campo, já que flutuações acentuadas no teor hídrico do solo podem acarretar rachaduras nas túberas), inviabilizando sua comercialização (FILGUEIRA, 2013). Também a baixa disponibilidade de oxigênio é prejudicial para a planta, devendo-se sempre evitar solos muito encharcados. Tanto o excesso de água como a sua falta ou de oxigênio, prejudicam o rabaneteiro, já que nessas condições observa-se redução no crescimento da parte aérea, conseqüentemente, afetando o crescimento da raiz (SILVA *et al.*, 2012c). A qualidade da raiz também pode ser afetada quando os níveis de fertilidade do solo estão abaixo dos requeridos pela cultura o que causa distúrbios fisiológicos e rachaduras nas raízes, já que o rabaneteiro requer solos férteis com grande disponibilidade de nutrientes e com pH entre 5,5 e 6,8.

Um dos problemas mais comuns na produção do rabanete, quanto a sua qualidade é a chamada “isoporização” – que torna a túbera esponjosa e insípida – outro problema são as rachaduras – estas comprometem o aspecto visual da raiz que perde o valor comercial. Como prevenção, para estes problemas, deve-se manter o teor de água no solo elevado e respeitar o período de colheita das túberas antes que atinjam o tamanho máximo (FILGUEIRA, 2013).

Por essa hortaliça apresentar um ciclo produtivo curto, pode conferir um rápido retorno financeiro ao produtor, além de poder ser cultivada praticamente todo o ano pelos pequenos e médios produtores situados ao redor de grandes centros urbanos (OLIVEIRA *et al.*, 2010; MATOS *et al.*, 2015). De forma geral, pode-se afirmar que a produção de rabanete é uma boa alternativa de produção para os agricultores do Nordeste. Isso porque, além de ser considerada rústica e de porte pequeno, pode ser cultivada de forma intercalada com outras culturas de ciclo mais longo (MELO, 2017).

No entanto, apesar das boas características da cultura, que a tornam uma importante possibilidade de fonte de renda, pesquisas devem ser realizadas com o intuito de melhorar a produtividade e a qualidade das túberas produzidas, a fim de atender a demanda por este alimento (NASCIMENTO *et al.*, 2017).

3.3 Culturas aromáticas e condimentares

As plantas aromáticas e condimentares sempre estiveram associadas à história da humanidade, sendo, desde muito cedo, utilizadas como medicamento, conservante alimentar, afrodisíacas, associadas a usos ritualísticos, sagrados e místicos (LAWS, 2013; NEPOMUCENO, 2014; KINUPP; LORENZI, 2014).

Essas plantas são frequentemente encontradas nas regiões Mediterrânicas, onde são tradicionalmente utilizadas como condimentos e conservantes alimentares (MATA *et al.*, 2007). Sendo divididas em diversas famílias, nomeadamente, Alliaceae, Apiaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Myrtaceae, Poaceae e Rutaceae (RAUT; KARAPPAYIL, 2014).

As plantas aromáticas e condimentares apresentam diferentes compostos químicos em seus óleos essenciais, podendo o princípio ativo apresentar diferentes concentrações nos órgãos das plantas (folha, flor, raiz e casca). Os fatores ambientais como altitude, latitude, temperatura, umidade relativa do ar, comprimento do dia, solo, disponibilidade de água e nutrientes influenciam na produção de princípios ativos pelas plantas (CORRÊA JUNIOR, 2013).

O mercado de plantas aromáticas e condimentares embora seja bastante específico, é amplo. Compreende ervanários, farmácias de manipulação, laboratórios farmacêuticos, atacadistas, programas de saúde das Prefeituras e as pastorais de saúde dos hospitais de medicina alternativa, estimulando a geração de renda em pequenas propriedades rurais, impulsionando o desenvolvimento da região e o fortalecimento das cooperativas junto ao setor industrial (SENAR, 2017).

Apesar de seu potencial agrícola, diversidade agroecológica e grande biodiversidade, o Brasil participa com menos de 0,7% do mercado mundial de plantas aromáticas e condimentares, importando muito mais do que exporta (Globo Rural, 2009; BRASIL, 2016). Das 46 mil espécies vegetais catalogadas no Brasil (FORZA *et al.*, 2016), estima-se que de 10 a 20% destas têm ou já tiveram algum uso alimentar, inclusive como condimento (KINUPP; LORENZI, 2014).

3.3.1 Coentro

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma planta herbácea anual, pertencente à família Apiaceae. Originário da região Mediterrânea, essa é uma das hortaliças mais populares da culinária nordestina, sendo considerada imprescindível em diversos pratos, molhos, saladas e no tempero de peixes e carnes. Apresenta elevada quantidade de vitamina C, pró-vitamina A, cálcio e ferro (FILGUEIRA, 2012).

A germinação da cultura ocorre entre 5 a 7 dias, atingindo o ponto de máximo vegetativo aos 40 dias da germinação, após este período começa a fase de reprodução da espécie, iniciando a floração entre 65 a 90 dias após a semeadura, com flores brancas, pequenas e aromáticas, seu ciclo de vida corresponde a, aproximadamente, 120 dias (BASTIDAS, 2013). É uma planta de porte é ereto, folhas pequenas, lobadas, verdes, brilhantes e com muitos ramos e sub-ramos. As folhas novas são ovais, mas tornam-se mais alongadas conforme envelhecem (PATHAK *et al.*, 2011). A raiz é do tipo pivotante e superficial, com no máximo 20 cm de profundidade (LOPES, 2014).

Apresenta valor e importância social, decorrente de sua utilização condimentar, largamente difundida no Brasil. É muito utilizada na culinária, em especial na região Nordeste, sendo uma cultura de grande rotatividade comercial (RADKE *et al.*, 2016), apresentando importância socioeconômica, com elevado número de produtores envolvidos em sua exploração (SOUSA *et al.*, 2011). Esta olerícola deve atingir padrão comercial média de 15 a 20 cm planta⁻¹ nas áreas de produção da região do semiárido nordestino, sendo essa, uma característica importante, já que os molhos de coentro comercializados apresentam como característica principal o tamanho da planta (LINHARES *et al.*, 2014).

O espaçamento para a produção da cultura também é outro fator preponderante na produtividade. Entre linhas de cultivo utiliza-se, tradicionalmente, 0,2 m. No entanto, na linha de cultivo essa hortaliça é semeada de forma adensada pelos agricultores familiares, não utilizando espaçamento definido entre plantas e sim um valor médio de massa de sementes. Almeida *et al.* (2019), trabalhando com diferentes densidades de semeadura de coentro, observaram 5,4 g de sementes por metro linear foi aquele que possibilitou a obtenção de maior produtividade e lucratividade para a cultura.

Para produção do coentro são utilizadas técnicas rudimentares, sendo que a aplicação desordenada de insumos, tais como sementes e fertilizantes, resultam em baixa produtividade. Tal fato combinado às frequentes oscilações de preço, tornam vulnerável sua

exploração contínua para o sustento das famílias, sendo necessárias medidas de manejo que possibilitem ao produtor alcançar diversificação produtiva para redução dos problemas (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

A consorciação de coentro com outras espécies traz essa diversificação produtiva e econômica, o que pode ser benéfico devido à sazonalidade do mercado bem como a um maior aproveitamento da área. Oliveira *et al.* (2005), trabalhando com o consórcio de coentro e alface, observaram que a combinação das duas culturas foi mais vantajosa do que seus monocultivos. Resende *et al.* (2010), verificaram melhores índices de equivalência de área cultivada em consórcio de coentro e couve. Também Oliveira (2019) e Grangeiro *et al.* (2008) observaram vantagem agroeconômica em consórcio de coentro e rabanete, demonstrando ganhos na produtividade do consórcio em relação ao monocultivo.

3.3.2 *Cebolinha*

A cebolinha (*Allium fistulosum*) é uma planta pertencente à família Alliaceae, sendo largamente explorada e consumida em diferentes partes do mundo (SOUZA *et al.*, 2015), especialmente nos países do Leste Asiático, como China, Japão e Coreia. No Brasil, é cultivada principalmente por pequenos agricultores, com grande expressividade na região nordeste (CHAN *et al.*, 2013; FILGUEIRA, 2012).

Essa espécie se caracteriza pelo intenso perfilhamento, formando touceira. Suas folhas são tubular-alongadas, macias e aromáticas (FILGUEIRA, 2012). Normalmente são consumidas as folhas e o bulbo da planta, os quais são ricos em vitaminas A, C e ferro. O consumo desse vegetal estimula o apetite, auxilia a digestão e atua no combate à gripe e doenças das vias respiratórias (ZÁRATE *et al.*, 2010). Na medicina tradicional a cebolinha é utilizada para o tratamento de várias doenças, uma vez que possui compostos bioativos com propriedades antioxidante, antimicrobiana, anti-hipertensiva e anticancerígena (CHAN *et al.*, 2013).

Normalmente é propagada por sementes ou pela divisão de touceiras, possui um ciclo comercial de aproximadamente 55 dias quando propagada vegetativamente ou de 85 a 100 dias quando propagada por sementes (FILGUEIRA, 2012). Por ser considerada rústica, adapta-se a uma ampla faixa de condições edafoclimáticas, podendo ser cultivada o ano todo em regiões de clima quente e em vários tipos de solos, desde que sejam bem drenados, férteis e com bom teor de matéria orgânica.

O crescimento, rendimento e valor nutritivo são altamente influenciados pelo fornecimento de nutrientes (FILGUEIRA, 2012; ZARATE; VIEIRA; BRATTI, 2003). A cultura apresenta vantagens como o rápido crescimento e resistência a muitas doenças e pragas (MARTÍNEZ; GALMARINI; MASUELLI, 2005), além de não necessitar de tratamentos culturais específicos, o que a torna recomendada para uso em cultivos consorciados.

Heredia *et al.* (2006), observaram que as razões de área equivalente (RAE) para o consórcio de cebolinha com rúcula, em solo com e sem cobertura com cama-de-frango, respectivamente, foram 29 e 71% superiores em relação aos seus respectivos cultivos solteiros, indicando que os consórcios foram efetivos, permitindo melhor aproveitamento da terra e resultando em maior rendimento econômico. Massad *et al.* (2010), observaram que o consórcio cebolinha com rabanete foram viáveis, com elevada eficiência na utilização da área (1,76), ou seja, para se obter a mesma produtividade de seu cultivo consorciado em sistema solteiro, seria necessário um acréscimo de 76% de área cultivada. Heredia & Vieira. (2004), dá mesma forma, observaram RAE para o consórcio cebolinha e espinafre de 1,55, o que mais uma vez indicou o consórcio com cebolinha como vantajoso para o produtor.

3.3.3 Nirá

O nirá, cebolinha chinesa ou alho chinês (*Allium tuberosum* Rottler ex Spreng) é uma hortaliça condimentar, originária da Ásia e pertencente à família Alliaceae (AMARAL; GUARIM NETO, 2008). A planta é herbácea e pode atingir cerca de 70 cm de altura. As folhas são estreitas e de coloração verde, com inflorescência consistindo em uma umbela de flores brancas com formato de estrela.

É utilizada de norte a sul do país em hortas caseiras, sendo de fácil cultivo, em países de clima temperado combinado com condições de manejo inadequado, pode chegar a se comportar como planta “daninha”.

O nirá é utilizado na alimentação como tempero comum, semelhante a cebolinha. Nas plantas são consumidas principalmente as folhas e inflorescências jovens (botões florais colhidos antes de se abrirem), mas as flores abertas também podem ser consumidas. A propagação se dá por divisão dos rizomas carnosos e, ocasionalmente, por sementes (KINUPP & LORENZI, 2014).

A cultura adapta-se bem ao clima quente, podendo tolerar também baixas temperaturas. Desenvolve bem sob ambiente sombreado, sendo pouco exigente em relação ao

solo. A colheita é realizada quando as folhas atingem 0,30 m de altura, o que ocorre em torno de 80-100 dias após a sementeira ou, no caso da propagação vegetativa, após 60 dias do plantio dos perfilhos (LIMA *et al.*, 2005).

As folhas e/ou caules são consumidos crus ou em pratos cozidos (PANDEY *et al.*, 2014). Apresenta como composição nutricional, 100 g de nirá contém 3,30 mg de vitamina A, 55 mg de vitamina C, 0,20 mg de riboflavina, 0,9 mg de niacina, 53 mg de cálcio, 400 mg de potássio, 2,4 mg de ferro e 3 mg de sódio. A espécie possui saponinas esteroidais, alcalóides e compostos sulfurosos que apresentam ação antidiabética, antitumoral, antitussígena e de inibição da agregação de plaquetas (ARAUJO *et al.*, 2009). Além desses, Hong *et al.* (2014) realizando estudos farmacológicos, creditaram ao *A. tuberosum* e seus constituintes químicos a capacidade de juntos, apresentarem ação anticancerígena, antioxidante, afrodisíaca e propriedades nematicidas. Seus componentes químicos a base de enxofre, conferem resistência a algumas doenças e contra o ataque de pragas (SÃO JOÃO; RAGA, 2016).

Diante de tantas ações biológicas, no ano de 2001, o governo chinês reconheceu oficialmente a cultura e passou a indicar o consumo do nirá, tanto como alimento, como medicamento em todo o país (HU; LU; WEI, 2006). A China é o maior produtor desta espécie, sendo que lá é comumente usada para fins culinários, como condimento (GAO *et al.*, 2017).

No Brasil, o nirá é considerado uma planta alimentícia não convencional (PANC), ou seja, plantas que possuem uma ou mais das categorias de uso alimentício, não sendo do dia a dia da população. No geral é considerada subutilizada, exótica e rústica. O nirá é pouco exigente em cuidados agrônômicos básicos e apresenta uma grande adaptabilidade fenotípica o que o torna adaptável a várias condições edafoclimáticas (KINUPP & LORENZI, 2014).

Todas as características elencadas a esta espécie permite inferir que o nirá pode ser aproveitado na composição de cultivos consorciados, o que inclusive já foi comprovado cientificamente por Viana (2017) que observou, em cultivo consorciado, que a rúcula combinada com nirá proporcionou maior uso eficiente de terra (1,04).

3.3.4 Manjeriço

O manjeriço (*Ocimum basilicum*) é pertence à família Lamiaceae que representa uma das principais famílias botânicas de espécies aromáticas e medicinais (FERNANDES,

2014). Esta família é composta por 252 gêneros com mais de 7.000 espécies. No Brasil ocorrem 26 gêneros e cerca de 350 espécies desta família (SIM *et al.*, 2019). Dentro das espécies ocorre um alto grau de polimorfismo, com descrição ampla de variedades, o que provavelmente se deve à ocorrência de polinização cruzada, facilitando hibridações, o que resulta em um grande número de variedades com diversidade morfológica quanto à sua pigmentação, formato de folhas, tamanho e rendimento de óleo (JANNUZZI, 2013; SARAN *et al.*, 2017).

Apesar do alto grau de polimorfismo, no geral, as características botânicas do manjeriço são de um subarbusto, podendo ser de cultivo anual ou perene, dependendo do clima, da variedade ou da cultivar. Apresenta altura que varia de 30 a 100 cm (FRANÇA, 2017). Este arbusto é composto por numerosas folhas finas e pequenas, opostas e cruzadas, inteiras, pecioladas de formas ovaladas ou elípticas simples, com pêlos com tricomas glandulares no limbo foliar. Esses pêlos são os responsáveis por produzir e armazenar óleos essenciais, além de contribuir na retenção de água, regulação térmica e imobilização de insetos (CANINI, 2012).

A espécie mais importante de manjeriço é originária do Sudoeste Asiático (Índia, Paquistão, Irã, Tailândia e outros países) e da África Central (MAKRI; KINTZIOS, 2008; ALVES *et al.*, 2019), sendo conhecido pelo nome científico *Ocimum basilicum*. Esta espécie está distribuída na Ásia Tropical, África, Europa, América Central e América do Sul.

No Brasil, a cultura foi introduzida por imigrantes italianos que colonizaram a região Sul, local em que passou a ser cultivado e, após algum tempo foi difundido para quase todo o território nacional. A utilização dessa hortaliça aromática condimentar é feita prioritariamente na culinária, em vários pratos e bebidas. Também pode ser utilizado em medicamentos, cosméticos, perfumaria, ornamentação e no uso do óleo essencial (BLANK *et al.*, 2010; ROSADO *et al.*, 2011; ENKHBILEG *et al.*, 2019).

O gênero *Ocimum* possui compostos aromáticos como metil eugenol, linalol e, principalmente, eugenol, que são os constituintes mais importantes do óleo essencial de manjeriço (BHUVANESHWARI *et al.*, 2016). Os óleos essenciais são metabólitos secundários e conferem o odor característico de cada planta, podendo ser extraídos de diversas partes destas. Seus constituintes químicos são principalmente os derivados dos compostos terpênicos, como os mono e sesquiterpenos e os fenilpropanoides (MIRANDA *et al.*, 2016). Suas principais funções nos vegetais são: proteção contra viroses, bacterioses,

infecções fúngicas e herbívoras, atuando, também, como atraentes ou repelentes de outros organismos e resistência a estresses ambientais (TAIZ *et al.*, 2017).

No Brasil, o Manjericão é cultivado principalmente por pequenos produtores rurais, os quais destinam sua produção para comercialização das folhas in natura, voltadas para o uso medicinal e condimentar (MARQUES *et al.*, 2015; PALARETTI *et al.*, 2015). Porém, existem cultivos no nordeste do país, de maior escala, voltados para a produção de óleo essencial (FAVORITO *et al.*, 2011). Assim como a maioria dos cultivares do Manjericão, as variedades comuns e italianas possuem óleos essenciais muito atrativos nos aspectos econômicos e físico-químicos.

Para o sucesso do cultivo do manjericão recomenda-se retirar as primeiras florações para aumentar o número de folhas e o ciclo da planta. O manjericão é uma cultura que não demanda muitos tratos culturais, devendo-se atentar principalmente para a irrigação e uma boa adubação nitrogenada. Dentre as espécies descritas como manjericão, o anão (*Ocimum basilicum* var. *minimum*) (FURLAN, 2000; SANTOS; SANTOS, 2014), que cresce até 30 cm de altura aproximadamente, é uma variação da espécie *Ocimum basilicum* e, devido ao pequeno porte, pode ser uma alternativa viável em sistemas consorciados.

Vieira *et al.* (2012) trabalhando com consórcio de alface e manjericão observaram valores maiores que 1,0 para a razão de área equivalente, indicando a viabilidade deste consórcio. Hendges *et al.* (2019) estudando o consórcio de couve com espécies aromáticas condimentares, observaram que o consórcio de couve e manjericão possibilitou a obtenção de um uso de eficiência de terra de 1,06, o que viabilizou o consórcio.

4 – DESEMPENHO E EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DO RABANETEIRO CONSORCIADO COM ESPÉCIES AROMÁTICAS E CONDIMENTARES

Resumo - A eficiência produtiva de um consórcio de plantas depende diretamente do manejo e das espécies envolvidas no cultivo, sendo que vários fatores podem ter impacto significativo no rendimento e na taxa de crescimento das culturas componentes. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho produtivo e eficiência agronômica do rabaneteiro em consorciação com espécies aromáticas e condimentares. O estudo foi conduzido em uma área experimental da Horta Didática da Universidade Federal do Ceará, em delineamento aleatorizado em blocos, com quatro repetições e nove tratamentos: T1 - rabanete; T2 - rabanete e coentro; T3 - rabanete e cebolinha; T4 - rabanete e nirá; T5 - rabanete e manjeriço; T6 - coentro; T7 - cebolinha; T8 - nirá e T9 - manjeriço. Foram avaliados o número folhas (NF), altura das plantas (AP), diâmetro e comprimento da túbera (DT, CT), massa fresca e seca da túbera (MFT, MST) e produtividade. Para eficiência biológica foi calculado o índice de uso eficiente da terra (UET), contribuição relativa da cultura do rabanete ao UET (CRC), razão de área equivalente no tempo (RAET) e índice de produtividade do sistema (IPS). O consórcio de rabanete com coentro apresentou maior produtividade no segundo ciclo de 7,74 t.ha⁻¹, não diferindo do cultivo solteiro de rabanete, de modo que a menor produtividade foi em consórcio com cebolinha e manjeriço. Para eficiência biológica, obteve-se UET de 1,71 e CRC de 68,50% para T2, havendo uma maior predominância do rabanete em relação ao coentro, utilizando os recursos produtivos mais eficientemente. Para T5 obteve-se índices inferiores, não sendo vantajoso para consorciação, com UET de 0,86. De modo geral, o consórcio rabanete e coentro foi o que apresentou maior produtividade e eficiência biológica, sendo observada maior complementariedade interespecífica, sendo o melhor consórcio.

Palavras-chaves: *Raphanus sativus* L. *Coriandrum sativum*. *Allium tuberosum*. *Ocimum basilicum*. *Allium tuberosum* Rottler ex Spreng. Consorciação. Uso eficiente da terra. Índice de produtividade do Sistema.

ABSTRACT

The productive efficiency of a plant consortium depends directly on the management and the species involved in the cultivation, and several factors can have a significant impact on the yield and growth rate of the component crops. In this sense, the objective of this research was to evaluate the productive performance and agronomic efficiency of the rabaneteiro in consortium with aromatic and condiment species. The study was conducted in an experimental area of the Horta Didática of the Federal University of Ceará, in a randomized block design, with four replications and nine treatments: T1 - radish; T2 - radish and coriander; T3 - radish and chives; T4 - radish and Chinese chives; T5 - radish and basil; T6 - coriander; T7 - chives; T8 - Chinese chives and T9 - basil. The number of leaves (NF), plant height (AP), diameter and length of the tuber (DT, CT), fresh and dry mass of the tuber (MFT, MST) and productivity were evaluated. For biological efficiency, the index of efficient land use (UET), the relative contribution of radish to the UET (CRC), ratio of area equivalent in time (RAET) and system productivity index (IPS) were calculated. The consortium of radish with coriander showed higher productivity in the second cycle of $7.74 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, not differing from the single cultivation of radish, so that the lowest productivity was in consortium with chives and basil. For biological efficiency, UET of 1.71 and CRC of 68.50% for T2 were obtained, with a greater predominance of radish over coriander, using productive resources more efficiently. For T5, lower indices were obtained, not being advantageous for intercropping, with a UET of 0.86. In general, the radish and coriander consortium showed the highest productivity and biological efficiency, with greater interspecific complementarity being observed, being the best consortium.

Keywords: *Raphanus sativus* L. *Coriandrum sativum*. *Allium tuberosum*. *Ocimum basilicum*. *Allium tuberosum* Rottler ex Spreng. Intercropping. Efficient land use. System productivity index.

4.1 Introdução

Dentre os sistemas de cultivo existentes, a consorciação de hortaliças possibilita o desenvolvimento de sistemas de produção mais sustentáveis, já que melhora o aproveitamento da área e dos demais recursos disponíveis (solo, água, luz e nutrientes) e reduz os riscos econômicos do produtor, justamente por possibilitar aumento na diversidade de produtos (LIRA, 2013; VIEIRA, 2013). De acordo com Bezerra Neto *et al.* (2007) este sistema é definido como o plantio de mais de uma cultura simultaneamente, numa mesma área, durante parte ou todo o período de desenvolvimento das culturas.

Dessa forma, o rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma espécie da família Brassicaceae, tem potencial de ser utilizado em sistema de consórcio, já que apresenta um pequeno porte e ciclo curto. Em função de seu ciclo curto, pode gerar retorno financeiro rápido ao produtor (LINHARES *et al.*, 2015). Logo, se torna imprescindível a busca por sistemas de cultivo que visem o melhor aproveitamento da área, otimizando a produção e garantindo, assim, um retorno econômico mais eficiente ao agricultor.

A eficiência do consórcio depende diretamente do manejo e das espécies envolvidas no cultivo, sendo que vários fatores podem ter impacto significativo no rendimento e na taxa de crescimento das culturas componentes do consórcio (VIEIRA, 2013). Atualmente existem vários indicadores agrônômicos e biológicos para a avaliação da eficiência da consorciação em relação ao sistema de cultivo solteiro (LIMA *et al.*, 2014). Sendo assim, diversas pesquisas com espécies de hortaliças de elevada expressividade comercial já foram desenvolvidas avaliando tais indicadores (MAIA *et al.*, 2008; CARVALHO *et al.*, 2009).

Borges *et al.* (2019), trabalharam com alface consorciada com espécies aromáticas e condimentares (cebolinha e coentro), verificaram resultados positivos, obtiveram índice de equivalência de área (IEA) maiores que 1,0, comprovando a hipótese de que há viabilidade na combinação dessas espécies de plantas em consorciação. Também Vieira *et al.* (2012), trabalharam com consórcio de alface e manjeriço, observaram que a razão de área pelo tempo foi superior a 1, viabilizando o consórcio.

Apesar do exposto, estudos envolvendo consórcios de brássicas como o rabanete, ainda são incipientes, sobretudo, aqueles que abordem o consórcio com plantas aromáticas e condimentares. Os poucos estudos trazem como resultados positivos as consorciações de couve com coentro (RESENDE *et al.*, 2010) e couve com salsa (HENDGES *et al.*, 2019),

ambas apresentando viabilidade técnica e eficiência agroeconômica para sua adoção em relação ao monocultivo.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho produtivo e eficiência agrônômica do rabaneteiro consorciado com espécies aromáticas e condimentares.

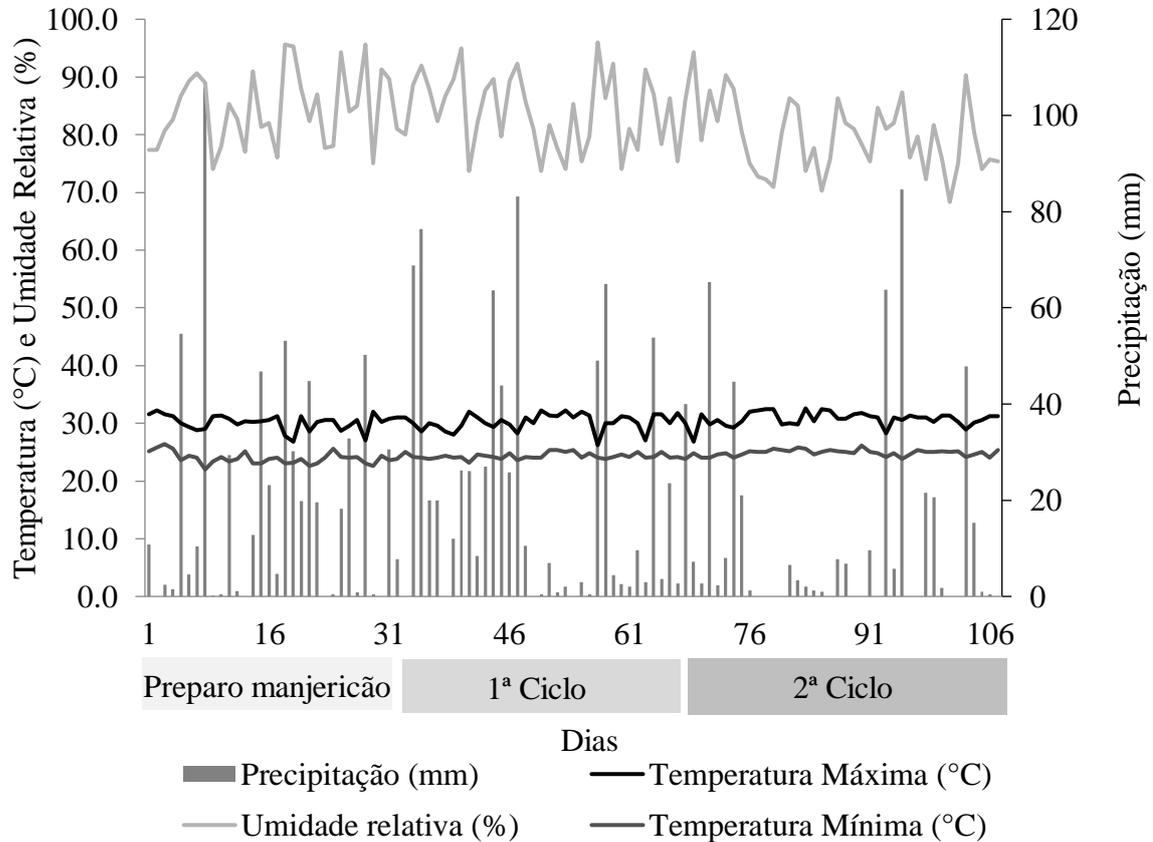
4.2 Material e métodos

4.2.1 Caracterização da área experimental e delineamento

O experimento foi conduzido durante fevereiro e junho de 2019, em uma área experimental localizada na Horta Didática da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Pici, em Fortaleza-CE, cujas coordenadas geográficas são 03°44' de Latitude Sul e 38°34' de Longitude Oeste a 21 m de altitude. O clima da região é, segundo Köppen, do tipo As, definido como clima tropical com verão seco, com temperatura média anual maior que 26 °C e precipitação média anual é de, aproximadamente, 1.450 mm (ALVARES *et al.*, 2014).

Durante a condução do experimento, foram coletados dados meteorológicos (Figura 1), junto à estação agrometeorológica pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da UFC, em Fortaleza-CE. A temperatura média foi de 27,4°C, oscilando entre 24,4°C de temperatura mínima a 30,4°C de temperatura máxima. A média da umidade relativa do ar foi de 81,6% e as precipitações apresentaram um valor acumulado de 2.116,1 mm durante o experimento.

Figura 1 — Dados meteorológicos de temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação (mm) no período de fevereiro a junho de 2019, totalizando 107 dias, coletados na estação agrometeorológica da UFC. Fortaleza, UFC, 2020.



O experimento foi conduzido no delineamento com blocos aleatorizados, com quatro repetições e nove tratamentos. Para a avaliação dos aspectos agrônômicos da cultura do rabanete foram considerados os tratamentos T1 a T5 (Tabela 1). Para a avaliação agrônômica de cada uma das culturas secundárias utilizadas nas consorciações com o rabaneteiro, foram realizadas suas comparações de produção em monocultivo (T6 a T9), com suas respectivas produções em sistema consorciado.

Tabela 1 — Caracterização dos tratamentos em consórcio e cultivo solteiro. Fortaleza, CE, UFC, 2020.

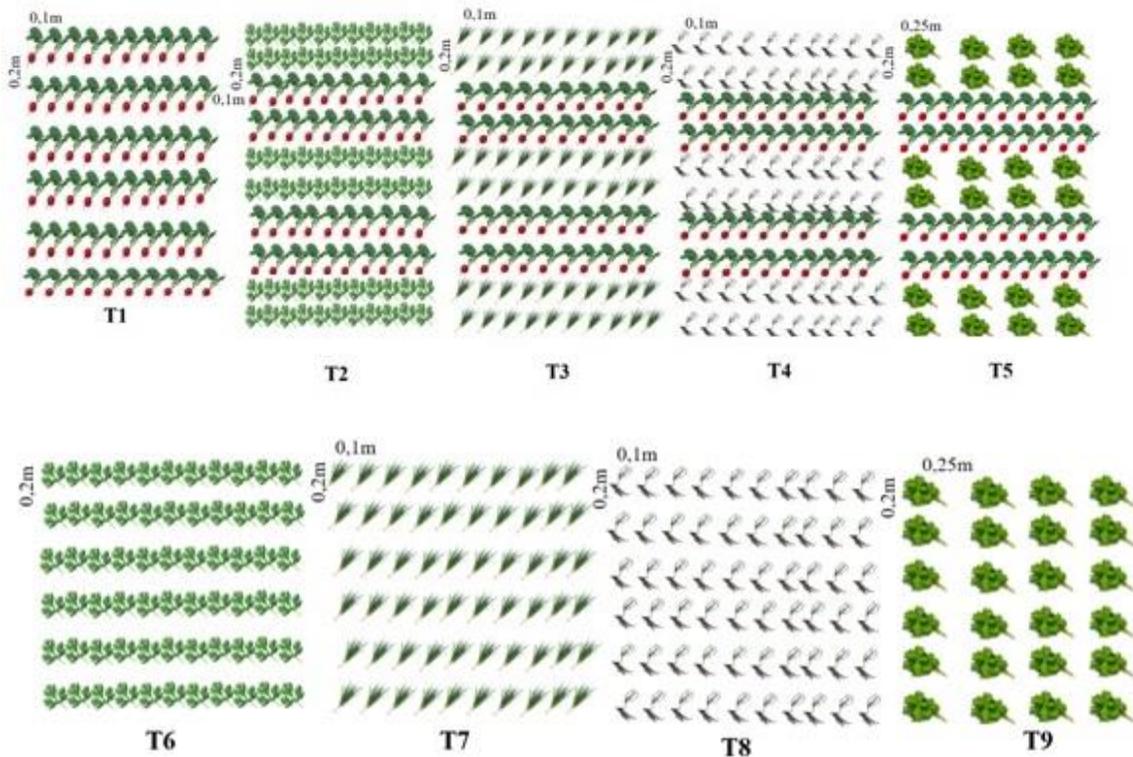
Tratamentos	Cultivo
T1	Rabanete
T2	Rabanete e coentro
T3	Rabanete e cebolinha
T4	Rabanete e nirá
T5	Rabanete e manjeriçã
T6	Coentro
T7	Cebolinha
T8	Nirá
T9	Manjeriçã

4.2.2 Parcela experimental

Para as parcelas experimentais, tanto no monocultivo, como na consorciação, as plantas de rabanete foram cultivadas no espaçamento de 0,1 x 0,2 m (entre plantas x entre linhas de cultivo). Para o monocultivo foram conduzidas cinco linhas de cultivo e para o consorciado foram cultivadas, de forma intercalar, duas linhas de cultivo de rabanete com duas linhas de cultivo das culturas secundárias (Figura 2). Os consortes foram cultivados em 10 linhas totais, sendo seis linhas de cada uma das espécies aromáticas e condimentares e quatro de rabanete. A intercalação foi feita de duas em duas (espécie aromática condimentar e rabanete). Os espaçamentos utilizados para as culturas consorciadas com o rabanete foram: coentro 0,20 m entre linhas de cultivo, sendo distribuídas 4 g m⁻¹ de sementes por sulco de cultivo; cebolinha e nirá 0,20 m entre linhas de cultivo e 0,10 m entre plantas, totalizando 60 plantas por parcela e manjeriçã anão que foi cultivado em seis linhas de cultivo, espaçados a 0,20 m das linhas de rabanete e 0,25 m entre plantas de manjeriçã (quatro plantas por fileira, sendo seis fileiras), totalizando 24 plantas por parcela.

Nos tratamentos solteiros, o coentro foi cultivado em seis linhas com espaçamento de 0,20 m entre linhas, sendo semeadas quatro gramas de sementes distribuídas uniformemente por metro linear de sulco de cultivo. Para cebolinha e o nirá o espaçamento no monocultivo foi 0,20 m entre linhas de cultivo, e 0,10 m entre plantas. O manjeriçã também foi disposto em seis linhas espaçadas a 0,20 m e 0,25 m entre plantas.

Figura 2 — Desenho dos arranjos das plantas de rabanete e das espécies aromáticas e condimentares em sistema solteiro e consorciado. Fortaleza, CE, UFC, 2020.



T1 - Rabanete; T2 - Rabanete e coentro; T3 - Rabanete e cebolinha; T4 - Rabanete e nirá; T5 - Rabanete e manjeriço; T6 - Coentro; T7 - Cebolinha; T8 - Nirá e T9 - Manjeriço.

Para área útil dos consórcios considerou-se as seis fileiras centrais das parcelas. Para o cultivo solteiro de rabanete foram avaliadas as três fileiras centrais. Para os tratamentos solteiros das plantas aromáticas condimentares foram avaliadas as três fileiras centrais de cebolinha, de coentro e de nirá; para o manjeriço foram avaliadas as duas fileiras centrais.

4.2.3 Instalação e condução do experimento

As seguintes cultivares foram utilizadas no trabalho: rabanete ‘Zapp’ (TopSeed®premium), coentro ‘Verdão’ (Feltrin®), cebolinha ‘Todo Ano’ (Feltrin®), nirá (Takii Seeds®) e manjeriço tipo ‘Grecco a Palla’ (Isla®).

As características químicas do solo de cultivo, na camada de 0-20 cm foram: pH (água) = 7,3; P = 266,47 mg.dm⁻³ e K⁺ = 135 mg.dm⁻³; Ca²⁺ = 9,59 cmol_c.dm⁻³; Mg²⁺ = 5,17 cmol_c.dm⁻³ e H+Al = 1,32 cmol_c.dm⁻³; Zn = 132,7 mg.dm⁻³; Fe = 31,0 mg.dm⁻³; Mn = 160,7 mg.dm⁻³; Cu = 1,2 mg.dm⁻³; B = 1,4 mg.dm⁻³; SB = 15,11 cmol_c.dm⁻³ e CTC = 16,43 cmol_c.dm⁻³; V = 92% e MO = 5,37 g.kg⁻¹.

A adubação de plantio foi realizada com a incorporação de 10 kgm^{-2} de composto orgânico (produzido na horta didática, com resíduos de folha de carnaúba e esterco bovino) dois dias antes da instalação do experimento.

As culturas do rabanete e coentro foram semeadas diretamente na área, após o solo ter sido previamente revolvido e adubado dois dias antes do semeio. A produção de mudas de manjerição anão foi realizada em bandejas plásticas de 162 células preenchidas com substrato a base de composto orgânico (80%) e bagana de carnaúba (20%). As mudas de manjerição foram transplantadas quando apresentaram quatro folhas definitivas. O plantio de nirá e cebolinha foram por propagação vegetativa, advindas de plantas já cultivadas na horta didática da Universidade Federal do Ceará.

As adubações de cobertura com uma dose de 4 kg.m^{-2} foram realizadas quinzenalmente, nas entrelinhas de cultivo, com início aos 15 dias após a semeadura do rabanete. A irrigação das plantas foi realizada de forma localizada por microaspersão, em dois turnos de rega ao dia. As capinas foram realizadas periodicamente.

Foram realizados dois ciclos de cultivo para o rabanete e o coentro, enquanto para as demais espécies de ciclo maior foi realizado apenas um ciclo. Um dia após a colheita do primeiro ciclo de produção do rabanete e do coentro, foi realizada uma nova semeadura destas hortaliças.

As colheitas foram realizadas de acordo com os padrões de cultivo. Para o rabanete e o coentro, as colheitas ocorreram aos 35 dias após a semeadura (DAS). Para as culturas de cebolinha e nirá 70 dias após a propagação vegetativa. Para o manjerição as colheitas foram realizadas aos 70 dias após o transplantio (DAT).

4.2.4 Avaliações produtivas e eficiência biológica

As características avaliadas para o rabanete foram: número de folhas (NF), altura das plantas (AP, cm), área foliar (AF, cm^2), diâmetro da túbera (maior medida transversal da túbera) (DT, cm), comprimento da túbera (maior medida longitudinal da túbera) (CT, cm), massa fresca da túbera (MFT, g), massa seca da túbera (MST, g) e produtividade (PROD, t ha^{-1}).

Para o coentro, cebolinha, nirá e manjerição foram avaliadas as seguintes características: altura de plantas (AP, cm), número médio de perfilhos por planta, massa

fresca da parte aérea (MFPA, g), massa seca da parte aérea (MSPA, g) e produtividade (t ha⁻¹).

A medição de altura foi realizada com o auxílio de uma régua graduada em milímetros, em que a determinação da altura foi obtida a partir do nível do solo até a base do início dos primórdios foliares. Para a determinação da massa foi utilizada uma balança de precisão. Com o auxílio de um paquímetro realizou-se a medição, em milímetros, do diâmetro e do comprimento das túberas de rabanete. Após a coleta e pesagem, os materiais vegetais frescos foram alocados em sacos de papel e colocados em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C por 48 horas. Após este período foi determinada a massa seca em balança de precisão.

Para a avaliar a eficiência biológica da consorciação, foram avaliados os seguintes índices índice de uso eficiente da terra (UET), contribuição relativa da cultura de rabanete ao UET (CRC), razão de área equivalente no tempo (RAET) e índice de produtividade do sistema (IPS). O UET foi calculado através da equação proposta por Willey (1979) (Equação 1). Em que Yab é a produção da cultura “a” em consórcio com a cultura “b”; Yba é a produção da cultura “b” em consórcio com a cultura “a”; Yaa é a produção da cultura “a” em monocultivo e Ybb é a produção da cultura “b” em monocultivo. Ia é a produtividade relativa individual da cultura “a”; Ib é a produtividade relativa individual da cultura “b”. O UET assume valores menores e maiores que 1,0. Se UET > 1 indica que ocorre vantagem produtiva; UET = 1 não ocorre vantagem produtiva e se UET < 1, então ocorre desvantagem produtiva do sistema de cultivo em estudo (WILLEY, 1979).

$$UET = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} = I_a + I_b \quad (1)$$

Esse índice infere se o sistema consorciado apresentou eficiência biológica, de modo que a partir do somatório das produtividades relativas das culturas consorciadas, é possível entender a relação entre as espécies, observando a ocorrência de competição e compensação inter e intraespecífico no sistema consorciado, em que valores superiores a 1, indica vantagem produtiva e maior complementariedade entre as espécies, viabilizando uma maior eficiência de utilização dos recursos.

A CRC foi calculada pela razão entre a produtividade relativa individual do rabanete e o UET total do sistema, conforme fórmula proposta por Souza e Macedo (2007)

(Equação 2). De modo que I indica a cultura principal em monocultivo. A contribuição relativa da cultura indica a porcentagem em que a cultura principal, no caso rabanete, contribui para a consorciação, a partir da relação da cultura principal com o UET do sistema, inferindo em qual dos sistemas consorciados ocorre uma maior participação da produção de rabanete, conferindo maiores ganhos com a cultura de principal interesse e, assim, maiores vantagens produtivas na consorciação.

$$\text{CRC} = \frac{I \times 100}{\text{UET}} \quad (2)$$

Para o RAET, foi utilizada a metodologia proposta por Hiebsch e McCollum (1987) (Equação 3). Em que: UETa e UETb: rendimento parcial do uso eficiente da terra das respectivas culturas; Ta e Tb: número de dias do plantio à colheita da cultura 'a' e da cultura 'b'; Tab: tempo total (dias) do sistema de consorciação entre as culturas. Este índice inclui o fator tempo para o cálculo da eficiência do consórcio, sendo que se a RAET > 1, ocorre vantagem produtiva da consorciação avaliada; se a RAET = 1, não ocorre vantagem produtiva e se a RAET < 1, ocorre desvantagem produtiva, não justificando a relação de cultivo consorciado para fins de rendimento (PINTO; PINTO, 2012).

$$\text{RAET} = \frac{\text{UETa} * \text{ta}}{\text{Tab}} + \frac{\text{UETb} * \text{tb}}{\text{Tab}} \quad (3)$$

A razão de área equivalente no tempo oferece uma avaliação mais precisa, de modo que compara a relação temporal entre as espécies consorciadas, a partir do tempo de início da consorciação até a colheita de ambas as espécies, sendo um índice mais apropriado do que o UET, onde não se considera o fator tempo. Caso obtenha-se RAET superiores a unidade (RAET > 1), infere-se que ocorre eficiência agrícola da terra e tempo para o sistema de consorciação em comparação a seu monocultivo.

O IPS converte o rendimento da cultura secundária em relação à cultura principal onde foi calculado de acordo com a metodologia de Odo (1991) (Equação 4), de modo uniformiza a produtiva da cultura secundária em termos da cultura principal (rabanete), possibilitando uma comparação entre o monocultivo de rabanete.

$$\text{IPS} = \left\{ \left(\frac{Y_{aa}}{Y_{bb}} \right) \times Y_{ba} \right\} + Y_{ab} \quad (4)$$

Em que: Y_{aa} e Y_{bb} representam a produtividade das culturas em monocultivo, e Y_{ab} e Y_{ba} indica a produtividade das culturas 'a' e 'b' em consórcio. Caso o índice de produtividade no sistema consorciado seja maior que no monocultivo de rabanete, ocorre uma maior estabilidade produtiva nos consórcios, viabilizando o seu consórcio, devido uma melhor exploração da área e eficiência de utilização dos insumos.

4.2.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidas à análise de variância e as médias ao teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar para a determinação dos resultados (FERREIRA, 2011).

4.3 Resultados e discussão

Com base na análise de variância, observa-se que não houve diferença entre os tratamentos para as variáveis fitotécnicas analisadas para o 1º ciclo de cultivo de rabanete, exceto para produtividade de rabanete. Já para o 2º ciclo de cultivo houve diferença para massa fresca e seca da túbera e produtividade (Tabela 2). Entre ciclos foi observada diferença para altura do rabanete.

Tabela 2 – Médias do número de folhas (NF), altura da planta (AP), diâmetro da túbera (DT), comprimento da túbera (CT), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca da túbera (MFTU), massa seca da túbera (MSTU), massa seca da parte aérea (MSPA) e produtividade (PRODT) de plantas de rabanetes consorciadas com plantas aromáticas e condimentares em dois ciclos de produção. Fortaleza, CE, UFC, 2020.

1º Ciclo	Trat. ¹	NF	AP		DTU		CTU		MFPA		MFTU		MSTU		MSPA		PRODT		
																	t.ha ⁻¹		
	T1	8,00	ns	1,10	ns	3,50	ns	4,00	ns	20,50	ns	18,27	ns	0,9854	ns	1,5457	ns	9,13	a
	T2	7,00		1,11		2,80		3,73		17,66		17,95		0,9172		1,3967		4,49	ab
	T3	8,30		1,26		3,40		4,25		25,00		22,92		1,1728		2,0157		5,73	ab
	T4	7,00		1,05		2,57		2,74		12,33		10,48		0,6098		1,8766		2,62	b
	T5	7,66		1,24		3,48		3,45		20,66		18,08		0,9464		1,0877		4,52	ab
	C.V. (%)	13,90		25,51		18,16		15,79		32,76		41,63		33,65		32,74		37,55	
2º Ciclo	T1	8,00	ns	1,52	ns	2,95	ns	3,58	ns	21,83	ns	13,30	ab	0,8058	ab	2,0985	ns	6,65	ab
	T2	7,66		1,77		3,90		4,62		25,16		30,98	a	1,7535	a	2,1226		7,74	a
	T3	8,00		1,05		2,49		3,34		13,33		10,26	b	0,5310	b	1,0830		2,56	b
	T4	7,00		1,29		3,12		3,64		15,50		17,59	ab	1,1048	ab	1,4070		4,39	ab
	T5	7,33		1,70		2,62		3,29		15,50		10,98	b	0,6053	b	1,3219		2,74	b
	C.V. (%)	13,90		32,15		18,34		13,16		34,74		44,39		48,78		30,68		39,33	
Entre ciclos	1º	7,60	ns	1,15	b	31,56	ns	3,63	ns	19,23	ns	17,54	ns	0,9263	ns	1,5845	ns	5,29	ns
	2º	7,60		1,46	a	30,21		3,69		18,26		16,62		0,9601		1,6066		4,82	
	C.V. (%)	15,21		29,08		19,88		19,71		36,46		43,67		42,64		31,12		38,85	

¹T1- Cultivo solteiro de rabanete; T2 - Cultivo consorciado de rabanete e coentro; T3 - Cultivo consorciado de rabanete e cebolinha; T4 - Cultivo consorciado de rabanete e nirá e T5 - Cultivo consorciado de rabanete e manjericão.

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

No primeiro ciclo observou-se maiores médias de produtividade no monocultivo de rabanete, e menor média para o consórcio com nirá. Já para o segundo ciclo de rabanete, foram verificadas maiores médias de massa fresca e seca da túbera, e produtividade de rabanete em consórcio com coentro.

Entre ciclos, observou-se que a altura do rabanete no segundo ciclo apresentou médias maiores. Essa maior média observada para altura pode estar relacionada a uma maior competição interespecífica, principalmente por luz.

Segundo Taiz *et al.* (2017) essa maior altura de rabanete pode ter ocorrido por uma relação sistemática entre o crescimento controlado pelo fitocromo (percepção da sombra) e o habitat da espécie. De modo que a planta aloca seus recursos a um crescimento rápido em extensão, para adquirir uma maior porção de radiação solar acima do dossel das plantas companheiras.

No segundo ciclo pode-se observar uma maior complementariedade entre as culturas consortes, de modo que o desenvolvimento do rabanete, cultivado em consorciação com o coentro, foi maior se comparado ao seu monocultivo. De maneira oposta observou nos consórcios com o manjeriço e também com a cebolinha, em que o desenvolvimento das culturas consortes propiciou uma maior competição luminosa, devido a suas maiores alturas, já no 2º ciclo do rabanete, acarretando uma menor produtividade desta cultura.

Para os cultivos solteiros e consorciados das espécies aromáticas condimentares, pode-se observar que para o coentro houve diferença na produtividade entre o sistema consorciado e solteiro (Tabela 3), em que o sistema solteiro apresentou maiores produtividades. No entanto, não houve diferença entre os ciclos de cultivo para essa cultura.

Tabela 3 — Médias de número de perfilhos (NP); altura de planta (AP); massa fresca da parte aérea (MFPA); massa seca da parte aérea (MSPA) e produtividade do coentro em cultivo solteiro e consorciado com rabanete em dois ciclos. Fortaleza, CE, UFC, 2020.

Tratamento	NP	AP	MFPA		MSPA		PRODT
			g		g		t.ha ⁻¹
1º Ciclo							
Consórcio	2,66 ns	16,58 ns	0,8383 ns	0,1149 ns	5,09 b		
Solteiro	2,66	15,61	0,8247	0,0906	9,40 a		
2º Ciclo							
Consórcio	3,66 ns	16,33 ns	0,7338 ns	0,0981 ns	4,41 b		
Solteiro	3,33	19,11	0,8459	0,1105	9,15 a		
Entre ciclos							
1º	2,66 ns	16,09 ns	0,8315 ns	0,1027 ns	7,24 ns		
2º	3,5	17,72	0,7898	0,1043	6,78		
C.V. (%)	20,94	13,82	32,55	49,37	28,65		

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Já para as demais espécies consortes (Tabela 4), a cebolinha e o manjeriço não apresentaram diferença entre os sistemas de cultivo. Enquanto que para nirá houve diferença na produtividade dos sistemas, de modo que o sistema solteiro apresentou maiores médias de produtividade.

Tabela 4 — Médias de número de perfilhos (NP); número de folhas (NF); altura de planta (AP); comprimento de raiz (CR); diâmetro do caule (DC); massa fresca da parte aérea (MFPA); massa seca da parte aérea (MSPA) e produtividade de cebolinha, nirá e manjeriço, em cultivo solteiro e consorciado com rabanete. Fortaleza, CE, UFC, 2020.

Cebolinha											
Tratamento	PERF.	NF		ALT		CR	MF		MS	PRODT	
				Cm			g			t.ha ⁻¹	
Consórcio	2,33 ns	9,33 ns	9,56 Ns	10,06 a	24,53 ns	3,69 ns	6,13 ns				
Solteiro	2,33	6,66	7,81	6,11 b	12,52	1,78	6,26				
C.V. (%)	52,49	33,46	7,55	10,5	33,81	48,4	38,24				
Nirá											
Tratamento	PERF.	NF		ALT		CR	MF		MS	PRODT	
				Cm			g			t.ha ⁻¹	

Oliveira (2019) e Grangeiro *et al.* (2008) também observaram vantagem agroeconômica em consórcio de coentro e rabanete, demonstrando ganhos na produtividade do consórcio em relação ao monocultivo. Massad *et al.* (2010) observaram que o consórcio cebolinha com rabanete foi viável, com elevada eficiência na utilização da área (1,76). Viana (2017), em cultivo consorciado de nirá com rúcula, mesma família do rabanete, obteve como resultado o uso eficiente de terra no valor de 1,04 para esta consorciação.

Para a contribuição relativa do rabanete (CRC), em cada consorciação, verificou-se 68,50% no consórcio de rabanete com coentro, 28,36% com cebolinha, 49,66% com nirá e 44,08% com manjerição. Tais resultados mostram que o consórcio com coentro, proporcionou maiores ganhos produtivos de rabanete, enquanto que para os demais consortes houve uma menor participação da cultura principal, o que confere menores ganhos produtivos em relação ao consórcio com coentro.

Para a razão de área equivalente no tempo (RAET) notou-se que os tratamentos consorciados com coentro e cebolinha, apresentaram os valores 1,71 e 1,29, respectivamente, indicando que houve eficiência agrícola da terra e tempo para o sistema de consorciação em comparação a seu monocultivo, conseqüentemente, vantagem produtiva para os consórcios. Já para as combinações com nirá e manjerição, observou-se RAET de 0,84 e 0,66, respectivamente, valores inferiores a 1,0, indicando não ter havido eficiência no uso de insumos em relação ao tempo de cultivo entre as espécies consorciadas.

No RAET é levado em consideração o tempo que as plantas empregadas no sistema de consorciação passam no campo, do plantio até colheita, sendo um índice mais adequado para avaliação se comparado ao UET (PINTO; PINTO, 2012). Os valores superiores a 1, indicam a possibilidade de maximização da produção por área com menor utilização de insumos no tempo, reduzindo os custos operacionais, o que torna o sistema de produção mais sustentável.

Quanto ao índice de produtividade do sistema (IPS) que compara os sistemas de cultivo e indica a maior estabilidade produtiva em relação ao monocultivo, foi verificado que os tratamentos com coentro, cebolinha e nirá em consórcio com rabanete foram superiores aos seus respectivos monocultivos em 68%, 52% e 14%, indicando uma maior vantagem produtiva nos sistemas consorciados. Já para o consórcio com manjerição, não foi verificada estabilidade produtiva, sendo inferior em 15% quando comparado ao monocultivo.

De modo geral, a eficiência e a vantagem do sistema consorciado tiveram influência na complementaridade entre as culturas componentes. Na consorciação, percebe-se

uma contribuição tanto para a redução e racionalização do uso de insumos como para o aumento da complexidade no desenho dos agroecossistemas (SUGASTI, 2012).

4.4 Conclusão

O consórcio rabanete e coentro foi o que apresentou maior produtividade e eficiência biológica, sendo observado maior complementariedade interespecífica na utilização dos recursos.

Todos os consórcios, exceto o consórcio de rabanete com manjerição, apresentaram uso eficiente da terra superior a 1, sendo considerado vantajoso para o sistema consorciado, de modo que no consórcio com coentro observou-se com 1,71, maior valor, sendo o mais vantajoso.

5 – DESEMPENHO FISIOLÓGICO E HABILIDADE COMPETITIVA DO RABANETEIRO CONSORCIADO COM ESPÉCIES AROMÁTICAS E CONDIMENTARES

Resumo - A consorciação consiste no cultivo de diferentes espécies de plantas, compatíveis agronomicamente, em uma mesma área de cultivo. Uma das formas de se explicar o comportamento das plantas, frente as alterações na sua forma de cultivo, são através da avaliação de seu comportamento fisiológico. Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar desempenho fisiológico, bem como determinar a habilidade competitiva do rabanete consorciado com espécies aromáticas e condimentares. O estudo foi conduzido em uma área experimental da Horta Didática da Universidade Federal do Ceará, em delineamento em blocos aleatorizados, com quatro repetições e nove tratamentos: T1 - rabanete; T2 - rabanete e coentro; T3 - rabanete e cebolinha; T4 - rabanete e nirá; T5 - rabanete e manjerição; T6 - coentro; T7 cebolinha; T8 - nirá e T9 - manjerição. Para as avaliações fisiológicas foram mensurados: fotossíntese líquida, concentração de CO₂ na câmara subestomática, eficiência instantânea de carboxilação, razão entre a concentração de CO₂ na câmara subestomática e a concentração de CO₂ no ambiente, condutância estomática, taxa de transpiração e área foliar. Para a habilidade competitiva foram calculados os índices: agressividade, competição e compensação. Não houve diferença no desempenho fisiológico entre o consórcio e monocultivo. Houve diferença entre os ciclos produtivos de rabanete, devido às condições ambientais. O rabanete apresentou maior habilidade competitiva em consórcio com coentro e nirá, sendo que a cebolinha e manjerição dominaram o rabanete em 1,86 e 0,28, respectivamente. No consórcio de rabanete com coentro, o rendimento produtivo do rabanete compensou os ganhos do coentro no consórcio em 2,07, balanceando o ganho do sistema. O consórcio rabanete e nirá foi o que apresentou menor variação na competição interespecífica. Portanto o consórcio mais vantajoso foi com coentro, sendo recomendável sua utilização frente ao monocultivo de rabanete.

Palavras-chaves: *Raphanus sativus* L. *Coriandrum sativum*. *Allium tuberosum*. *Ocimum basilicum*. *Allium tuberosum* Rottler ex Spreng. Eficiência fotossintética. Competição interespecífica.

ABSTRACT

The consortium consists of the cultivation of different species of plants, compatible agronomically, in the same area of cultivation. One of the ways to explain the behavior of plants, in the face of changes in the way they are cultivated, is through the evaluation of their physiological behavior. Thus, this work aimed to evaluate physiological performance, as well as to determine the competitive ability of the radish intercropped with aromatic and seasoning species. The study was conducted in an experimental area of the Didactic Garden of the Federal University of Ceará, in a randomized block design, with four replications and nine treatments: T1 - radish; T2 - radish and coriander; T3 - radish and chives; T4 - radish and Chinese chives; T5 - radish and basil; T6 - coriander; T7 chives; T8 - Chinese chives and T9 - basil. For physiological assessments, liquid photosynthesis, CO₂ concentration in the substomatal chamber, instant carboxylation efficiency, ratio of CO₂ concentration in the substoma chamber and CO₂ concentration in the environment, stomatal conductance, transpiration rate and leaf area were measured. For competitive ability, the following indices were calculated: aggressiveness, competition and compensation. There was no difference in physiological performance between the consortium and monoculture. There was a difference between the radish production cycles, due to environmental conditions. The radish showed greater competitive ability in consortium with coriander and nira, with chives and basil dominating the radish in 1.86 and 0.28, respectively. In the radish with coriander consortium, the productive yield of the radish offset the coriander gains in the consortium by 2.07, balancing the system gain. The radish and nira consortium showed the least variation in interspecific competition. Therefore, the most advantageous consortium was with coriander, and it is recommended to be used in front of the radish monoculture.

Keywords: *Raphanus sativus* L. *Coriandrum sativum*. *Allium tuberosum*. *Ocimum basilicum*. *Allium tuberosum* Rottler ex Spreng. Photosynthetic efficiency. Interspecific competition.

5.1 Introdução

A consorciação consiste no cultivo de diferentes espécies de plantas, compatíveis agronomicamente, em uma mesma área de cultivo (MAIA *et al.*, 2010). Neste sistema de cultivo busca-se buscando a complementariedade entre as culturas, sendo quase sempre observadas vantagens agrônômicas, como o rendimento da segunda cultura em consórcio, redução da evapotranspiração diária, maior cobertura do solo, redução de plantas espontâneas e aumento da biodiversidade (ALMEIDA *et al.*, 2014).

Dentre os tipos de hortaliças para a consorciação, a produção de rabanete pode ser uma boa alternativa de produção para os agricultores de hortaliças da região Nordeste. Isso porque, além de ser considerada rústica, apresenta baixo porte podendo ser cultivada de forma intercalada com outras culturas de ciclo mais longo (MELO, 2017), ideal para o cultivo consorciado. O rabanete (*Raphanus sativus* L.), pertencente à família brassicaceae, é uma hortaliça que apresenta uma raiz tuberosa e globular de coloração avermelhada, polpa branca e sabor picante (MAIA *et al.*, 2011).

A complementariedade no uso de recursos pode causar maiores produtividades em policultivos quando comparado com monocultivos das mesmas espécies (CARDINALE *et al.*, 2007). Além do seu potencial de aumentar a produtividade e resistir à invasão de plantas espontâneas, policultivos podem, em alguns casos, fornecer múltiplos benefícios simultâneos para a sociedade e facilitar a adaptação do agroecossistema às mudanças climáticas (ISBELL *et al.*, 2011; LIN, 2011; CARDINALE *et al.*, 2012). Por exemplo, a riqueza de espécies vegetais em experimentos controlados diversificou habitats para conservação *in situ* da biodiversidade (HOLE *et al.*, 2005; TSCHARNTKE *et al.*, 2011), aumentou a retenção de nutrientes, conservando recursos e mitigando contaminação de água e atmosfera (CARDINALE *et al.*, 2012), fomentou a auto-regulação de pragas e doenças (LETOURNEAU *et al.*, 2011) e aumentou o sequestro de carbono da atmosfera (FORNARA & TILMAN 2008). No entanto, fazem-se necessárias pesquisas que avaliem e possibilitem o entendimento do grau e forma de interferência entre as culturas.

Uma das formas de explicar o comportamento das plantas frente as alterações na sua forma de cultivo são através da avaliação de seu comportamento fisiológico. É através de sua expressão fisiológica que a planta consegue demonstrar se o sistema de cultivo contribui ou não para o seu crescimento, desenvolvimento e produção. É através da fisiologia que se pode observar como aquela determinada planta está reagindo frente a disponibilidade de água,

luz e nutrientes (OLIVEIRA, 2014). Por exemplo, quando na consorciação as plantas são cultivadas de forma muito adensada, ou suas áreas foliares sombreiam de forma demasiada suas espécies companheiras, isso reduz o potencial de realização de fotossíntese pelas plantas o que, conseqüentemente, impacta na produção das espécies (COSTA, 2014).

Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho fisiológico, bem como determinar a habilidade competitiva do rabanete consorciado com espécies aromáticas e condimentares.

5.2 Material e métodos

5.2.1 Caracterização da área experimental e delineamento

O estudo foi conduzido em uma área experimental da Horta Didática da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus Pici, em Fortaleza-CE, cujas coordenadas geográficas são 03°44' de Latitude Sul e 38°34' de Longitude Oeste e 21 m de altitude. O clima da região é, segundo Köppen, do tipo As, definido como clima tropical com verão seco, com temperatura média anual maior que 26° C. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.450 mm (ALVARES *et al.*, 2014).

Durante a condução do experimento, foram coletados dados meteorológicos (Figura 1), junto à estação agrometeorológica pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da UFC, em Fortaleza-CE. A temperatura média foi de 27,4° C, oscilando entre 24,4° C de temperatura mínima a 30,4° C de temperatura máxima. A média da umidade relativa do ar foi de 81,6% e as precipitações apresentaram um valor acumulado de 2.116,1 mm.

O experimento foi conduzido no delineamento com blocos aleatorizado, com quatro repetições e nove tratamentos (Tabela 1).

Para a avaliação dos aspectos agrônômicos da cultura do rabanete foram considerados os tratamentos T1 a T5 (Tabela 1). Para a avaliação agrônômica de cada uma das culturas secundárias utilizadas nas consorciações com o rabaneteiro, foram realizadas comparações individualizadas destas (T6 a T9), com seus sistemas de cultivo consorciado.

5.2.2 Parcela experimental

Para as parcelas experimentais (Figura 2), tanto no monocultivo, como na consorciação, as plantas de rabanete foram cultivadas no espaçamento de 0,1 x 0,2 m (entre plantas x entre linhas de cultivo). Para o monocultivo foram conduzidas seis linhas de cultivo e para o consorciado foram cultivadas, de forma intercalar, duas linhas de cultivo de rabanete com duas linhas de cultivo das culturas secundárias. Os consortes foram cultivados em 10 linhas totais, sendo seis linhas de cada uma das espécies aromáticas e condimentares e quatro de rabanete. A intercalação foi feita de duas em duas (espécie aromática condimentar e rabanete). Os espaçamentos utilizados para as culturas consorciadas com o rabanete foram: coentro 0,20 m entre linhas de cultivo, sendo distribuídas quatro gramas de sementes por

metro linear de sulco de cultivo; cebolinha e nirá 0,20 m entre linhas de cultivo e 0,10 m entre plantas e manjericão anão que foi cultivado em seis linhas de cultivo, espaçados a 0,20 m das linhas de rabanete e 0,25 m entre plantas de manjericão (quatro plantas por fileira, sendo seis fileiras), totalizando 24 plantas por parcela.

Nos tratamentos solteiros, o coentro foi cultivado em seis linhas com espaçamento de 0,20 m entre linhas e com quatro gramas de sementes distribuídas uniformemente por metro linear de sulco de cultivo. Para cebolinha e o nirá o espaçamento no monocultivo foi 0,20 m entre linhas de cultivo, e 0,10 m entre plantas. O manjericão também foi disposto em seis linhas espaçadas a 0,20 m e 0,25 m entre plantas.

Para área útil dos consórcios considerou-se as oito fileiras centrais das parcelas. Para solteiro de rabanete foram avaliadas as três fileiras centrais. Para os tratamentos solteiros das plantas aromáticas condimentares, foram avaliadas as três fileiras centrais de cebolinha, de coentro e de nirá; para o manjericão foram avaliadas as duas fileiras centrais.

5.2.3 Instalação e condução do experimento

As culturas do rabanete e coentro foram semeadas diretamente na área, após o solo ter sido previamente revolvido e adubado dois dias antes do semeio. A produção de mudas de manjericão anão foi realizada em bandejas plásticas de 162 células preenchidas com substrato a base de composto orgânico (80%) e bagana de carnaúba (20%). As mudas de manjericão foram transplantadas quando apresentaram quatro folhas definitivas. O plantio de nirá e cebolinha foram realizados por propagação vegetativa, advindas de plantas já cultivadas na horta didática da Universidade Federal do Ceará.

Foram realizados dois ciclos de cultivo para o rabanete e o coentro, enquanto para as demais espécies de ciclo maior foi realizado apenas um ciclo. Um dia após a colheita do primeiro ciclo de produção do rabanete e do coentro, foi realizada uma nova semeadura destas hortaliças.

As seguintes cultivares foram utilizadas no trabalho: rabanete ‘Zapp’ (TopSeed®premium), coentro ‘Verdão’ (Feltrin®), cebolinha ‘Todo Ano’ (Feltrin®), nirá (Takii Seeds®) e manjericão tipo ‘Grecco a Palla’ (Isla®).

As características químicas do solo de cultivo, obtidas através da realização de análise de fertilidade da camada que vai de 0-20 cm, indicou pH (água) = 7,3; P = 266,47 mg.dm⁻³ e K = 135 mg.dm⁻³; Ca²⁺ = 9,59 cmol_c.dm⁻³; Mg²⁺ = 5,17 cmol_c.dm⁻³ e H+Al = 1,32 cmol_c.dm⁻³; Zn = 132,7 mg.dm⁻³; Fe = 31,0 mg.dm⁻³; Mn = 160,7 mg.dm⁻³; Cu = 1,2 mg.dm⁻³;

$B = 1,4 \text{ mg.dm}^{-3}$; $SB = 15,11 \text{ cmolc.dm}^{-3}$ e $CTC = 16,43 \text{ cmolc.dm}^{-3}$; $V = 92\%$ e $MO = 5,37 \text{ g.kg}^{-1}$.

A adubação de plantio foi realizada com a incorporação de 10 kg m^{-2} de composto orgânico (produzido na horta didática, com resíduos de folha de carnaúba e esterco bovino) dois dias antes da instalação do experimento a campo. As adubações de cobertura foram realizadas quinzenalmente, com início aos 15 dias após a semeadura do rabanete, nas entrelinhas de cultivo, com uma dose de 4 kg m^{-2} . A irrigação das plantas foi realizada de forma localizada por microaspersão, em dois turnos de rega ao dia. As capinas foram realizadas periodicamente.

As colheitas foram realizadas de acordo com os padrões de comercialização de cada cultura na região de cultivo. Para o rabanete e o coentro, as colheitas ocorreram aos 35 dias após a semeadura (DAS). Para as culturas de cebolinha e nirá 70 dias após a propagação vegetativa. Para manjeriço as colheitas foram realizadas aos 70 dias após o transplante (DAT).

5.2.4 Avaliações fisiológicas e habilidade competitiva

A avaliação fisiológica foi realizada apenas em plantas de rabaneteiro, em folhas totalmente expandidas e expostas a luz, localizado no terço superior da planta de baixo para cima. Utilizou-se um analisador de gás infravermelho (IRGA), modelo portátil LI-6400XT, LI-COR, Biosciences In. Lincon, Nebraska (USA) onde foram determinados os seguintes variáveis fisiológicas: condutância estomática ($g_s - \mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), taxa de transpiração ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração de CO_2 na câmara subestomática ($C_i - \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$), fotossíntese líquida ($A - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), razão entre a concentração de CO_2 na câmara subestomática e a concentração de CO_2 no ambiente (C_i/C_a) e eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i).

A avaliação fisiológica foi realizada aos 34 dias após a semeadura do rabanete, em campo, entre às 8 e 11 horas da manhã, em dia de céu limpo, utilizando-se iluminação artificial de $1.200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos) na câmara de avaliação do equipamento, de forma a manter as condições ambientais mais homogêneas durante as avaliações. Foram avaliadas duas plantas por parcela. Para área foliar (AF, cm^2), a medição foi realizada com auxílio de um integrador de bancada, modelo LI-

3100C da marca LI-COR. Para avaliação de clorofilas “a” e “b” utilizou-se o equipamento clorofilog Falker.

A habilidade competitiva entre os componentes dos sistemas consorciados foi obtida mediante o cálculo dos índices: agressividade (A); razão de competição (RC) e razão de compensação (RCo).

A agressividade mede a competição interespecífica no consórcio por meio da relação entre os rendimentos das culturas (WILLEY; RAO, 1980). O índice foi proposto por Mcgilchrist e Trenbath (1971) (Equação 5 e 6). Em que, Yab: produtividade da cultura ‘a’ no consórcio; Yba produtividade da cultura ‘b’ no consórcio; Yaa e Ybb produtividade das culturas ‘a’ e ‘b’ em monocultivo. Zab e Zba: porcentagem das culturas no consórcio.

$$A_{ab} = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa} * Z_{ab}} - \frac{Y_{ba}}{Y_{bb} * Z_{ba}} \quad (5)$$

$$A_{ba} = \frac{Y_{ba}}{Y_{bb} * Z_{ba}} - \frac{Y_{ab}}{Y_{bb} * Z_{ab}} \quad (6)$$

Esse índice indica o quanto uma cultura, em sistema consorciado, foi superior em produtividade à outra. Quando A for igual a zero, ambas as culturas são igualmente competitivas; por outro lado, quando o valor de A for diferente de zero, sendo $A_{ab} > 0$, a habilidade competitiva da cultura ‘a’ excede ‘b’ no consórcio, ou seja, ‘a’ é dominante. No entanto, quando $A_{ba} > 0$, a habilidade competitiva da cultura ‘b’ excede ‘a’ no consórcio, ou seja, b é dominante. Sempre que uma cultura apresentar o sinal positivo, ela é considerada dominante, sendo que aquela que apresentar sinal negativo é dominada. Quanto maior for o valor numérico, maior será a diferença entre as espécies no que se refere à capacidade competitiva (BIANCO, 2015; DUTRA, 2012; PINTO *et al.*, 2011; PINTO; PINTO, 2012).

Já o fator razão de competição (RC) foi obtido a partir do índice de agressividade (WILLEY; RAO, 1980) (Equação 7 e 8). De modo que UETa e UETb: índice de uso eficiente da terra da cultura ‘a’ e ‘b’. Esse índice indica o número de vezes em que uma espécie é mais competitiva que a outra, ou seja, apresenta maior habilidade para usar os recursos ambientais (COSTA, 2014). A interpretação da razão de competição (RC) é dada por: $RC < 1$ existe um benefício positivo e a cultura pode crescer em associação; se $RC > 1$ ocorre desvantagem para

a outra cultura, portanto não se indica o seu cultivo em associação (EGBE; BAR-ANYAM, 2010; PINTO; PINTO, 2012).

$$RCa = \frac{\frac{Yab}{Yaa+Zab}}{\frac{Yba}{Ybb+Zba}} = \frac{UETa}{UETb} * \frac{Zba}{Zab} \quad (7)$$

$$RCb = \frac{\frac{Yba}{Ybb+Zba}}{\frac{Yab}{Yaa+Zab}} = \frac{UETb}{UETa} * \frac{Zab}{Zba} \quad (8)$$

Quanto à razão de compensação (RCo), esta foi calculada conforme Ntare e Williams (1992), (Equação 9 e 10) . Esse índice indica se os rendimentos da cultura mais competitiva compensarão seu efeito competitivo sobre a espécie dominada. Quando $Rcoab > 1$, o efeito competitivo da espécie ‘a’ sobre a espécie ‘b’ será balanceado pelo ganho substancial na espécie ‘a’. Quando $Rcoba > 1$, o efeito competitivo da espécie ‘b’ sobre a espécie ‘a’ será balanceado pelo ganho substancial na espécie ‘b’ (PINTO; PINTO; PITOMBEIRA, 2012). Enquanto $RCoab = 1$, indica que a perda do rendimento da espécie ‘b’ no consórcio com a espécie ‘a’ é igual ao rendimento da espécie ‘a’ em consórcio com a espécie ‘b’, não ocorrendo compensação. Quando $RCoab = 0$ indica que não houve efeito competitivo da espécie ‘a’ sobre a espécie ‘b’, porque o rendimento da espécie ‘b’ em consórcio com a espécie ‘a’ é mantida igual ao seu monocultivo, portanto, não haverá necessidade de compensação. Quando $Rcoab < 1$ indica que o rendimento da espécie ‘b’ no consórcio com a espécie ‘a’ será superior que no seu monocultivo, não havendo necessidade de compensação.

$$RCoab = \frac{Yab}{Ybb - Yba} \quad (11)$$

$$RCoba = \frac{Yba}{Yaa - Yab} \quad (12)$$

5.2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidas à análise de variância e as médias foram comaradas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar para a determinação dos resultados (FERREIRA, 2011).

5.3 Resultados e discussão

Para as características fisiológicas não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 6). No entanto, foi observada diferença entre os ciclos de produção do rabanete, sendo que no segundo ciclo verificou-se maiores fotossíntese líquida, concentração de CO₂ na câmara subestomática, razão entre a concentração de CO₂ na câmara subestomática e a concentração de CO₂ no ambiente e transpiração. Já para área foliar, observou-se maiores valores para as plantas do rabaneteiro cultivadas no primeiro ciclo.

Tabela 6 — Médias de fotossíntese líquida (A), concentração de CO₂ na câmara subestomática (Ci), eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci), razão entre a concentração de CO₂ na câmara subestomática e a concentração de CO₂ no ambiente (Ci/Ca), condutância estomática (Gs), taxa de transpiração (E) e área foliar (AF) do rabanete consorciado com plantas aromáticas e condimentares. Fortaleza, CE, UFC, 2020.

1º Ciclo														
Trat. ¹	A		Ci		A/Ci		Ci/Ca		Gs		E		AF	
T1	23,97	ns	261,86	ns	0,0933	ns	0,6933	ns	0,3883	ns	0,0085	ns	434,66	ns
T2	29,25		267,40		0,1100		0,7066		0,5069		0,0093		329,66	
T3	22,70		281,55		0,0800		0,7366		0,4361		0,0079		437,00	
T4	25,14		269,25		0,0966		0,7100		0,4405		0,0090		419,00	
T5	25,87		274,29		0,0933		0,7233		0,4686		0,0086		210,33	
2º Ciclo														
T1	31,96	ns	282,16	ns	0,1000	ns	0,7466	ns	0,3735	ns	0,0155	ns	288,33	ns
T2	31,36		307,50		0,1000		0,8166		0,4290		0,0152		361,66	
T3	33,98		297,66		0,1066		0,7966		0,4038		0,0164		195,66	
T4	32,01		308,00		0,1133		0,8200		0,3334		0,0156		226,00	
T5	31,81		315,33		0,1133		0,8400		0,4143		0,0154		218,66	

Entre ciclos								
1°	25,38 b	270,87 b	0,0946 ns	0,7140 b	0,4481 ns	0,0087 b	366,13 a	
2°	32,23 a	302,13 a	0,1066	0,8040 a	0,3908	0,0156 a	258,06 b	
C.V. (%)	12,79	6,29	17,29	6,1	18,1	7,72	31,27	

¹T1 - Cultivo solteiro de rabanete; T2 - Cultivo consorciado de rabanete e coentro; T3 - Cultivo consorciado de rabanete e cebolinha; T4 - Cultivo consorciado de rabanete e nirá e T5 - Cultivo consorciado de rabanete e manjeriço.

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Turkey, a 5% de probabilidade.

A não diferença entre o sistema consorciado e solteiro, indica que o desenvolvimento das culturas consortes não foi capaz de interferir nas características fisiológicas da cultura principal, havendo a chamada complementaridade entre as culturas no sistema consorciado. De acordo com Montezano e Peil (2006), a complementaridade espacial ocorre quando as diferenças na arquitetura das plantas contribuem para uma melhor utilização da luz, água e nutrientes disponíveis no ecossistema produtivo.

No segundo ciclo houve uma maior taxa de insolação no ambiente com a diminuição do período de chuvas, o que favoreceu as maiores taxas de fotossíntese líquida devido ao aumento do nível de radiação solar incidente sobre as culturas. No primeiro ciclo houve uma precipitação mais elevada, em decorrência disso houve maior nebulosidade e menor insolação (141,9 h ciclo⁻¹), já no segundo ciclo de rabanete, foi observada uma menor precipitação, ou seja, menor nebulosidade e, assim, maior insolação (241,0 h.ciclo⁻¹). Essa variação ambiental entre os ciclos de rabanete promoveu diferenças fisiológicas entre os ciclos de cultivo. Segundo Taiz *et al.* (2017) baixas insolações reduzem a incidência de luz nas folhas, podendo causar reduções na fotossíntese líquida, na eficiência instantânea de carboxilação e na taxa de transpiração. Também no primeiro ciclo do rabaneteiro, a maior área foliar observada (Tabela 6) pode ter ocorrido devido a alterações morfológicas (SANTOS *et al.*, 2015) provocadas pela maior nebulosidade, que também contribui para a redução no índice estomático (MORAIS *et al.*, 2003), na redução da condutância estomática e, por fim, na redução da transpiração (LIMA JUNIOR *et al.*, 2006). Sendo que todos esses resultados estão em acordo com aqueles obtidos neste trabalho.

Para a clorofila “a”, “b” e totais não houve diferença (Tabela 7). No entanto, houve diferença para a razão clorofila “a” e “b” apenas entre ciclos de cultivo de rabanete, de forma que o segundo ciclo apresentou uma razão menor indicando que as alterações luminosas no ambiente de cultivo promovem ajustes no aparelho fotossintético das plantas, os

quais podem resultar em maior eficiência na absorção e transferência de energia para os processos fotossintéticos (SOUZA *et al.*, 2011).

Tabela 7 — Médias dos teores de clorofila “a”, clorofila “b”, razão clorofila “a” e “b” e clorofila total de rabanete consorciado com plantas aromáticas condimentares em dois ciclos de cultivo. Fortaleza, CE, UFC, 2020.

Trat. ¹	1º Ciclo			
	Clor. A	Clor. B	Razão A/B	Clor. Total
T1	28,37 ns	5,84 ns	4,98 ns	34,21 ns
T2	29,52	5,64	5,24	35,16
T3	28,17	5,56	5,07	33,73
T4	27,34	5,69	4,89	33,03
T5	28,21	5,55	5,08	33,76
2º Ciclo				
T1	29,43 ns	6,79 ns	4,33 ns	36,22 ns
T2	26,52	5,67	4,67	32,19
T3	29,04	6,77	4,36	35,81
T4	26,09	5,89	4,57	31,98
T5	28,42	6,15	4,60	34,57
Entre ciclos				
1º	28,32 ns	5,65 ns	5,05 a	33,97 ns
2º	27,90	6,25	4,51 b	34,15
C.V. (%)	8,94	16,58	10,28	9,89

¹T1 - Cultivo solteiro de rabanete; T2 - Cultivo consorciado de rabanete e coentro; T3 - Cultivo consorciado de rabanete e cebolinha; T4 - Cultivo consorciado de rabanete e nirá e T5 - Cultivo consorciado de rabanete e manjeriço.

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Turkey, a 5% de probabilidade.

A não ocorrência de diferenças entre os tratamentos consorciados, indica que a consorciação em si pode não ter interferido na assimilação de nutrientes requeridos para o desenvolvimento da cultura principal, podendo ter ocorrido um efeito de complementariedade entre as culturas consorciadas na utilização desses recursos de produção.

Para os indicadores de habilidade competitiva (Tabela 8), o rabaneteiro apresentou diferentes comportamentos competitivos com as culturas aromáticas e condimentares. De modo que para o índice de agressividade, o rabanete apresentou papel dominante nos consórcios com coentro (T2) e nirá (T4), com 1,32 e 0,27, respectivamente, apresentando agressividade positiva. Já para os demais tratamentos consorciados, o rabanete foi dominado

no consórcio de cebolinha (T3) e manjeriço (T5), -1,86 e -0,28, respectivamente, apresentando agressividade negativa.

Tabela 8 — Indicadores de habilidade competitiva, agressividade (A), razão de competição (RC) e razão de compensação (RCo) de rabaneteiro cultivado com plantas aromáticas e condimentares. Fortaleza, CE, UFC, 2020.

Trat. ¹	A		RC		RCo	
	Rab	Cons	Rab	Cons	Rab	Cons
T1	-	-	-	-	-	-
T2	1,32	-1,32	2,25	0,46	2,07	-1,94
T3	-1,86	1,86	0,36	3,69	-0,25	1,80
T4	0,27	-0,27	1,23	1,64	0,54	0,34
T5	-0,28	0,28	0,96	2,71	0,37	2,10

¹T1- Cultivo solteiro de rabanete; T2 - Cultivo consorciado de rabanete e coentro; T3 - Cultivo consorciado de rabanete e cebolinha; T4 - Cultivo consorciado de rabanete e nirá e T5 - Cultivo consorciado de rabanete e manjeriço.

Para o consórcio rabanete e coentro (T2), embora o rabanete tenha obtido maior dominância sobre o coentro (1,32), não interferiu na produtividade da cultura de coentro. Já para o manjeriço, devido às suas características morfofisiológicas, já que apresenta maior copa do que o rabaneteiro, observou-se uma maior agressividade, justificando sua maior dominância em relação a cultura principal.

Dentre as culturas consortes, a cebolinha foi a que apresentou maior agressividade. Resultado similar foi encontrado por Hendges *et. al.* (2017), que trabalhando com consórcio de couve com plantas aromáticas e condimentares, observou que a cebolinha apresentou índice de agressividade superior a couve, de modo que as características morfológicas não apontaram para competição pelos recursos produtivos, mas sim para um possível efeito alelopático negativo sobre as plantas de couve.

Para a razão de competição, observou-se que a cebolinha foi a mais competitiva, 3,69 vezes mais do que o rabanete (Tabela 4), o que pode ter prejudicado o desenvolvimento da cultura principal, sendo que a cebolinha apresentou maior habilidade para utilização dos recursos ambientais. Já para o consórcio de rabanete e coentro, verificou-se que o primeiro foi 2,25 vezes mais competitivo do que o coentro, indicando uma maximização da utilização dos recursos para a produtividade da cultura principal. Comportamento similar foi observado no consórcio com nirá, em que o rabanete apresentou 1,23 vezes mais habilidade de utilização dos recursos em relação àquela cultura.

Em relação a compensação, nota-se que o efeito competitivo do rabanete sobre o coentro foi balanceado pelos ganhos substanciais no rabanete 2,07 (Tabela 8), superior a 1. Já os tratamentos com cebolinha e manjeriço, verificou-se que o efeito competitivo das culturas consortes sobre o rabanete foi balanceado pelo ganho substancial nas culturas consortes, apresentando valores superiores a 1, 1,80 (T3) e 2,10 (T5).

Para o nirá, mesmo sendo mais competitivo que o rabante (1,64; Tabela 8), verificou-se pouca interferência no desenvolvimento da cultura principal, sendo observada uma menor diferença na competição dentro desse consórcio. Essa relação mais equilibrada resultou em ganhos produtivos satisfatório, não ocorrendo efeitos compensatórios entre os rendimentos dessas culturas.

A partir do comportamento competitivo das culturas e suas relações no consórcio, em comparação aos monocultivos, é possível estabelecer interações ecológicas entre a cultura principal e as consortes. Desse modo, a partir das relações de Willey (1979), observou-se que no consórcio rabanete e nirá há uma interação de cooperação mútua, devido a menor competição entre as espécies, o que possibilita uma maior complementaridade na utilização dos recursos.

Já nos consórcios com cebolinha e manjeriço verificou-se uma interação inibitória mútua, de maneira que maiores competições desfavoreceram a produtividade de ambas as culturas no sistema consorciado. Para o consórcio com coentro, observou-se uma complementação parcial, em que as perdas no desenvolvimento do rabanete não foram equilibradas pelo ganho produtivo do coentro, de modo que o rabaneteiro teve uma maior expressividade na produtividade do sistema consorciado.

De modo geral, a partir dessas interações, pode-se dizer que o consórcio rabanete e coentro resultou em uma maior suplementação na produtividade de rabanete. Já para o consórcio de cebolinha, houve um possível efeito alelopático, diminuindo o desenvolvimento do rabanete. Hendges *et. al.* (2017) e Mesquita (2018) trabalhando com cebolinha observaram efeito alelopático de cebolinha sobre couve de folha em consorciação e em teste de germinação de alface, respectivamente. Para o nirá, a complementação produtiva entre as culturas, resultou em uma maior eficiência na utilização dos recursos de ambas as culturas. E, para o consórcio com manjeriço, as diferenças morfológicas possivelmente possibilitaram maior competição pelos fatores de produção entre as espécies, o que prejudicou de forma considerável o sucesso dessa combinação de plantas para cultivo consorciado.

5.4 Conclusão

O consórcio do rabanete com espécies aromáticas e condimentares não alterou seu desempenho fisiológico.

Para habilidade competitiva, o consórcio mais vantajoso foi com coentro, de modo que o rendimento produtivo do rabanete compensou as perdas do coentro no consórcio, balanceando o ganho do sistema. Já para o consórcio com nirá, obteve-se uma menor variação competitiva, tendo uma maior complementação na utilização dos recursos produtivos. E para o consórcio de cebolinha e manjeriço apresentaram índices mais competitivos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A consorciação de rabanete com espécies aromáticas e condimentares possibilitou a obtenção de melhores indicadores biológicos, sendo maior do que em monocultivo, viabilizando essa técnica para um sistema mais sustentável, com melhoria na eficiência de utilização de insumos por área. Onde fisiologicamente, não houve diferença entre sistema consorciado e monocultivo, sendo recomendável o consórcio.

O consórcio de rabanete com coentro foi o que obteve maiores produtividades dentre os consórcios, com maiores indicadores de eficiência biológica, e menor competição entre o rabanete.

Novas pesquisas devem ser realizadas com a possibilidade de avaliações em diferentes estações climáticas e em áreas de cultivo, com a finalidade de confirmar os estudos neste trabalho. E dessa forma, consolidar que a consorciação de culturas é uma prática sustentável.

REFERÊNCIAS

- AKRAM, N. A.; NOREEN, S.; NOREEN, T.; ASHRAF, M. Exogenous application of trehalose alters growth, physiology and nutrient composition in radish (*Raphanus sativus* L.) plants under water-deficit conditions. **Brazilian Journal of Botany**, v. 38, p. 431-439, 2015.
- ALMEIDA, B. C.; LEMOS NETO, H. S.; GUIMARÃES, M. A.; SAMPAIO, I. M. G.; SILVA, L. S. Desempenho agroecômico do coentro em diferentes densidades de semeadura. Rev. Ciências Agrárias. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences.**, v. 62, 2019.
- ALMEIDA, T. S.; ALMEIDA NETO, M. N.; SANTOS, M. P.; DAMASCENA, J. G.; RABELO, J. M.; CUNHA, L. M. V. Produtividade da salsa em cultivo solteiro e consorciado, sob manejo de base agroecológica no norte de Minas Gerais. **Cadernos de Agroecologia**, Vol. 9, No. 3, 4p, 2014.
- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- ALVES, R. P.; SILVA, A. V. C.; ALMEIDA-PEREIRA, C. S.; COSTA, T.S.; ALVARES-CARVALHO, S. V.; ARRIGONI-BLANK, M. F.; BLANK, A.F. Genetic divergence in basil cultivars and hybrids. **Horticultura Brasileira** 37, 180-187. 2019.
- AMARAL, C. N.; GUARIM NETO, G. Os quintais como espaços de conservação e cultivo de alimentos: um estudo na cidade de Rosário Oeste Mato Grosso, Brasil). Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi. **Ciências Humanas**, Belém, v. 3, n. 3, p. 329-341, 2008.
- ARAUJO, C. A.; CARVALHO, H. H. C.; SOUTO, S. A.; SOBREIRO, A. A.; WIEST, J. M. Atividade antibacteriana in vitro de extratos de alho nirá (*Allium tuberosum* Rottler ex Spreng). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.11, n.3, p.263-268, 2009.
- BASTIDAS, J. S. **Influência da interação roseira-coentro (*Coriandrum sativum*) – pulgão (*Macrosiphum euphorbiae*) (Aphididae) no comportamento de *Chrysoperla externa* (Chrysopidae)**. 2013. 73 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/1056/1/DISSERTACAO_Influencia%20da%20interacao%20roseira-coentro....pdf. Acesso em: 15 mar. 2020.
- BEIZHOU, S. *et al.* Intercropping with aromatic plants decreases herbivore abundance, species richness, and shifts arthropod community trophic structure. **Environmental Entomology**, v. 41, p. 872-879, 2012.
- BEZERRA NETO, F.; GOMES, E.G.; NUNES, G.H. de S.; AURÉLIO JÚNIOR, P.B. Análise multidimensional de consórcios cenoura-alface sob diferentes combinações de densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.12, p.1697-1704, 2007.

BHUVANESHWARI, K., GOKULANATHAN, A., JAYANTHI, M., GOVINDASAMY, V., MILELLA, L., LEE, S., YANG, DC e GIRIJA, S. Pode *Ocimum basilicum* L. e *Ocimum tenuiflorum* L A cultura in vitro pode ser uma fonte potencial de metabólitos secundários? **Food Chemistry**, vol. 194, pp. 55-60. 2016.

BIANCO, M. S. **Viabilidade agroeconômica do consórcio de couve com espinafre ‘Nova Zelândia’**. 2015. 55 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/132897/bianco_ms_dr_jabo.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 05 mai. 2020.

BLANK, A.F.; SOUZA, E.M.; PAULA, J.W.A.; ALVES, P.B. Comportamento fenotípico e genotípico de populações de manjeriço. **Horticultura Brasileira** 28: 305-310p, 2010.

BORGES, L. S.; PARREIRA, M. C.; CRUZ, M.V.; GONÇALVES, C. J. B.; MELO FILHO, D.; SILVA DA SILVA, C. H.; RIBEIRO, D. P. Cultivo Consorciado de alface, cebolinha e coentro na Amazônia Tocantina. **Brazilian Journal of Development Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 5, n. 6, p. 6092-6106. ISSN 2525-8761 6104, jun. 2019.

BRASIL. **Decreto no 8.772**, de 11 de maio de 2016, disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Decreto/D8772.htm. Acessado em 06 de mai de 2020.

CAMILI, E. C.; AZEVEDO, C. C. B. V.; BOCUTI, E. D.; SILVÉRIO, J. M.; BARROS, K. C.; SILVA, A. R. B.; SEABRA JÚNIOR, S. Cultivo consorciado de alface sob diferentes arranjos espaciais e manejo do dossel de taioba. **Revista Agrarian**, Dourados, v.6, n.20, p.110-120, 2013.

CANINI, G.B. **Caracterização anatômica e composição química do óleo essencial de manjeriço (*Ocimum spp.*)**. Dissertação de Mestrado em Agronomia. Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília. 130 p. 2012. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/12816/1/2012_GiselleBeberCanini.pdf. Acesso em: 14 abr. 2020.

CARDINALE, B. J.; DUFFY, J. E.; GONZALEZ, A.; *et al.* Biodiversity loss and its impact on humanity. **Nature** 486(7401): 59-67, 2012.

CARDINALE, B.J.; WRIGHT, J. P.; CADOTTE, M. W; *et al.* Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA** 104(46): 18123-18128. 2007.

CARVALHO, L. M.; NUNES, M. U. C.; OLIVEIRA, I. R.; LEAL, M.L.S. Produtividade do tomateiro em cultivo solteiro e consorciado com espécies aromáticas e medicinais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 458-464, 2009.

CECÍLIO FILHO, A. B. *et al.* Indices of bio-agroeconomic efficiency in intercropping systems of cucumber and lettuce in greenhouse. **Australian Journal of Crop Science**, Austrália, v. 9, n. 12, p. 1154-1164, 2015.

CECÍLIO FILHO, A. B. *et al.* Indices of competition and bio-agroeconomic efficiency of lettuce and tomato intercrops in greenhouses. **Australian Journal of Crop Science**, Austrália, v. 7, n. 6, p. 809-819, 2013.

CECÍLIO FILHO, A. B.; BEZERRA NETO F.; REZENDE, B. L. A.; BARROS JUNIOR, A. P. e LIMA, J. S. S. Indices of bio-agroeconomic efficiency in intercropping systems of cucumber and lettuce in Green house. **Australian Journal of Crop Science**, 9:1154-1164, 2015.

CECÍLIO FILHO, A. B.; BIANCO, M. S.; TARDIVO, C. F.; PUGINA, G.C.M. Agronomic viability of New Zealand spinach and kale intercropping. **Anais da academia brasileira de ciências**, v. 89, p. 2975-2986, 2017.

CHAN, T. C. *et al.* A Comparative Study on the Total Antioxidant and Antimicrobial Potentials of Ethanolic Extracts from Various Organ Tissues of *Allium* spp. **Food and Nutrition Sciences**, 2013, v. 4, n. 8, p. 182-190, 2013.

CORRÊA JUNIOR, CIRINO. **Boas Práticas Agrícolas (BPA) de Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares.** / Cirino Corrêa Júnior, Marianne Christina Scheffer. -- Curitiba: Instituto Emater, 2013.

COSTA, A. P. **Consortiação de cultivares de caupi-hortaliça com cultivares de cenoura em sistema orgânico.** 76 F. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014. Disponível em: <https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Tese-2014-ARNALDO-PANTOJA.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2019.

DUTRA, A. F. **Eficiência agroeconômica do consórcio mamona e amendoim em área do semiárido paraibano.** 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias), Centro de Ciências Humanas e Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/tede/1908/1/PDF%20-%20Alexson%20Filgueiras%20Dutra%20Parte%201.pdf>. Acesso: 13 fev. 2020.

EGBE, O. M.; BAR-ANYAM, M. N. Pigeon pea/sorghum intercropping in southern Guinea savanna: effects of planting density of pigeon pea. **Nature and Science**, v. 8, n. 11, p. 156-167, 2010.

ENKHBILEG, E.; FENYVESI, A.; BIRÓ, B.; FÁRI, M.; KURUCZ, E. Mutation induction in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) by fast neutron irradiation. **International Journal of Horticultural Science**, 25 (1-2): 30-38p. 2019.

FAVORITO, P. A.; ECHER, M. M.; OFFEMANN, L. C.; SCHLINDWEIN, M. D.; COLOMBARE, L. F.; SCHINEIDER, R. P.; HACHMANN, T. L. Características produtivas do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. Botucatu (SP): **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, ed. especial, p. 582-586, 2011.

FERNANDES, A. R. **Crescimento de cultivares de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) cultivadas em vasos.** Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 49p, 2014. Disponível em:

<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/1247/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, N. C.; SELEGUINI, A.; SENO, S.; FARIA JÚNIOR, M. J. A. Produção e qualidade de inflorescências de couve-flor em função da densidade de plantio. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 1, n. 2, p. 1-7, out./dez. 2014.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 421 p, 2012.

FONSECA, J. R. O. **Cultivos Consorciados entre Alface, Cenoura, Manjeriço e Melissa**. 2009. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2009. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/NCAP-89YF82/1/disserta_o_jana_na_ribeiro.pdf. Acesso em: 23 jun.2020.

FORNARA, D. A.; TILMAN, D. Plant functional composition influences rates of soil carbon and nitrogen accumulation. **J. Ecol.** 96(2): 314-322. 2008.

FORZA, *et al.* Flora do Brasil 2020 em construção. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 23 de nov. 2019.

FRANÇA, M. F. DE M. S.; VILELA, M. S.; COSTA, A. P.; NOGUEIRA, I. PIRES, M DE C.; SOUZA, N. O. S. Germination test and ornamental potential of different basil cultivars (*Ocimum spp.*). **Ornam. Hortic.**, vol.23, n.4, 385-391p, 2017.

FURLAN, M.R. **Efeito da adubação com N-P₂O₅-K₂O sobre a biomassa, o rendimento e a composição do óleo essencial de *Ocimum basilicum* L. cultivar Genovese**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000, 172p.

GAO. QUAN *et al.* Isolation and identification of new chemical constituents from Chinese chive (*Allium tuberosum*) and toxicological evaluation of raw and cooked Chinese chive. **Food And Chemical Toxicology**, v. 112, p.400-411, fev. 2017.

GLOBO RURAL. Cheiro de sucesso. Demanda crescente por gastronomia estimula o cultivo de ervas aromáticas e favorece parcerias entre produtores e restaurantes especializados. Suely Gonçalves e Janice Kiss. Reportagem de agosto de 2009. Rio de Janeiro: **Editora globo**, 2009.

GOUVEIA, A. M. de S. **Adubação Potássica Na Produção E Qualidade Pós-Colheita Do Rabanete**. Botucatu, 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista. 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/136239>. Acesso em: 06 abr. 2020.

GRANGEIRO, L. C. *et al.* Produtividade da beterraba e rúcula em função da época de plantio em monocultivo e consórcio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 04, p. 577-581, 2007.

GRANGEIRO, L. C., NEGREIROS, M. Z., SANTOS, A. P., COSTA, L. M., SILVA, A. R. C., LUCENA, R. R. M. Crescimento e produtividade de coentro e rabanete em função da época de estabelecimento do consórcio. **Revista Ciência Agrotecnologia**, 32(1), 55-60. 2008.

HENDGES, A. et al. "Physiological performance and competitive ability in kale (*Brassica oleracea* var. *acephala* 'Manteiga da Georgia') intercropped with important aromatic species and herbs." **Australian Journal of Crop Science** 11,1181-1187, 2017.

HENDGES, A. R. A. A.; GUIMARÃES, M. A.; DOVALE, J. C.; LIMA NETO, B. P. Desempenho agrônômico e eficiência biológica de couve consorciada com plantas condimentares. **Rev. Caatinga**, vol.32, n.1. Mossoró, p. 7-15. Jan./Mar. 2019.

HENDGES, A. R. A. A.; MELO, J. W. S.; GUIMARÃES, M. A.; RABELO, J. S. Intercropping Kale with Culinary Herbs Alters Arthropod Diversity and Hinders Population Growth in Aphids. **HORTSCIENCE**, v. 53, p. 44-48, 2018.

HEREDIA Z. N. A.; VIEIRA, M. C.; GRACIANO, J. D.; GASSI, R. P.; ONO, F. B.; AMADORI, A. H. Produção de cebolinha, solteira e consorciada com rúcula, com e sem cobertura do solo com cama-de-frango. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 4, p. 505-514, 2006.

HEREDIA Z., N.A.; VIEIRA, M.C. Produção e renda bruta da cebolinha solteira e consorciada com espinafre. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p.811-814, out-dez 2004.

HIEBSCH, C. K.; MCCOLLUM, R. E. Area x time equivalency ratio: a method of evaluating the productivity of intercrops. **Agronomy Journal**, v. 79, n. 1, p. 15-22, 1987.

HOLE, D. G.; PERKINS, A. J.; WILSON, J. D.; *et al.* Does organic farming benefit biodiversity? **Biological Conservation** 122(1): 113-130. 2005.

HONG, JING *et al.* Purification and characterization of an antioxidant peptide (GSQ) from Chinese leek (*Allium tuberosum* Rottler) seeds. **Journal of Functional Foods**, v. 10, p. 144-153, set. 2014.

HU, G.; LU, Y.; WEI, D. Chemical characterization of Chinese chive seed *Allium tuberosum* Rottl). **Food Chemistry**, v.99, n.4, p.693-697, 2006.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017>. Acesso em: 22 de nov. 2019.

ISBELL F.; CALCAGNO, V.; HECTOR, A.; *et al.* High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. **Nature** 477(7363): 199-202. 2011.

JANNUZZI, H. **Rendimento e caracterização química do óleo essencial de genótipos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de Brasília, 69p. 2013. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/14954>. Acesso em 04 jun. 2020.

KINUPP, V.F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 768p. 2014.

LAWS, B. **50 plantas que mudaram o rumo da história**. Rio de Janeiro: Sextante, 2013. 224p.

LEE, S. W. YANG, K.M.; KIM, J.K.; NAM, B.H.; LEE, C.M.; JEONG, M.H.; SEO, S.Y.; KIM, G.Y.; JO, W.S.; Effects of White radish (*Raphanus sativus* L.) enzyme extract on hepatotoxicity. **Toxicological Research**, v. 28, n. 3, p. 165-172, 2012.

LETOURNEAU, D. K.; ARMBRECHT, I.; RIVERA, B. S.; *et al.* Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. **Ecol. Appl.** 21: 9-21. 2011.

LIMA JUNIOR, E. C. *et al.* Aspectos fisiológicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. Submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.33-41, 2006.

LIMA, J. S. S.; BEZERRA NETO, F.; GOMES, E. G.; NEGREIROS, M. Z.; PONTES, F. S. T.; MEDEIROS, M. A.; BARROS JUNIOR, A. P. Agroeconomic evaluation of intercropping rocket and carrot by uni and multivariate analyses in a semi-arid region of Brazil. **Ecological Indicators**, New York, v. 41, p. 109-114, 2014.

LIMA, M.L.P. *et al.* *Allium tuberosum* como hospedeira de *Puccinia allii* no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v.30, n.6, p.670, 2005.

LIN, B. B. Resilience in agriculture through crop diversification: Adaptive management for environmental change. **Bioscience** 61(3): 183-193. 2011.

LINHARES, P. C. F.; J. D.; PEREIRA N. F. S.; FERNADES J. P. P.; DANTAS R. P. de Espaçamento para cultura do Coentro adubado com palha de carnaúba nas condições de Mossoró-RN. **Revista verde** (Pombal-PB-Brasil), v.9, n.3, p.01-06, jul-set, 2014.

LINHARES, P.C.F.; OLIVEIRA, J.D.de; ALMEIDA, A.M.B.; NEVES, A.P.M.; CUNHA, L.M.M.; COELHO, D.C.; SILVA, F.M. Eficiência econômica da aplicação do esterco bovino na cultura do rabanete. **Informativo Técnico do Semiárido**, Pombal - PB, v.9, n.1, p.57-61, 2015.

LIRA, J. L. C. B. **Produtividade, índice de equivalência de área e incidência de espontâneas em cultivo consorciado de alface**. Brasília: Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013. 31 p. (Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia). Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/5966>. Acesso em 22 jan. 2020.

LIRA, L. L. B.; EDILSON, F. P. A Sustentabilidade como ferramenta estratégica empresarial. **Revista de Administração de UFSM**, Santa Maria, v. 6, Edição Especial, p. 195-210, MAI. 2013.

LOPES, E. M. C. T. **Colheita, caracterização e avaliação de germoplasma de coentro (*coriandrum sativum*) Do Alentejo**. Dissertação de mestrado, Instituto politécnico de Porto Alegre. Escola Superior Agrária de Elvas. 2014. Disponível em: https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/9768/1/Tese_Elsa_Final.pdf. Acesso em: 10 de fev. 2020.

MAIA, J. T. L. S.; GUILHERME, D.; PAULINO, M.A.O; BARBOSA, F. S.; MARTINS, E.R.; COSTA, C. A. Uma leitura sobre a perspectiva do cultivo consorciado. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v.12, n.1, jan./dez, 2010.

MAIA, J.T.L.S.; GUILHERME, D.O.; PAULINO, M.A.O.; BARBOSA, F.S.; FERNANDES, R.C.; MAIO, M.M.; VALADARES, S.V.; COSTA, C.A.; MARTINS, E.R. Produção de alface e cenoura em cultivo solteiro e consorciado com manjericão e hortelã. **Revista Brasileira de Agroecologia** 3: 58-64. 2008.

MAIA, J.T.L.S.; GUILHERME, D.O.; PAULINO, M.A.O.; BARBOSA, F.S.; FERNANDES, R.C.; MAIO, M.M.; VALADARES, S.V.; COSTA, C.A.; MARTINS, E.R. Produção de alface e cenoura em cultivo solteiro e consorciado com manjericão e hortelã. **Revista Brasileira de Agroecologia** 3: 58-64. 2008.

MAIA, P. M. E.; AROUCHA, E. M. M.; SILVA, O. M. P.; SILVA, R. C. P.; OLIVEIRA, F. A. Desenvolvimento e qualidade do rabanete sob diferentes fontes de potássio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 148-153, 2011.

MAKRI, O; KINTZIOS, S. *Ocimum* sp. (Basil): Botany, cultivation, pharmaceutical properties and biotechnology. **Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants** 13: 123-150p. 2008.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P. Vigor de sementes de rabanete e desenvolvimento de plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28. N. 3, p. 44-51, 2006.

MARQUES, P. A. A.; JOSE, J. V.; SOARES, D. A.; ROCHA, H. S.; DUARTE, S. N. Teores de nutrientes em folhas de manjericão sob doses de potássio em colheitas sucessivas. **Revista de Agricultura**, v. 90, n. 3, p. 199-216, 2015.

MARTÍNEZ, L. E.; GALMARINI, C. R.; MASUELLI, R. W. Introgression of *allium fistulosum* l. into interspecific hybrid backcrosses between *a. fistulosum* l. and *a. cepa* l. **Acta Hort.** 688, 109-116. 2005.

MASSAD, M. D.; OLIVEIRA, F. L.; DUTRA, T. R. Desempenho do consórcio cebolinha-rabanete, sob manejo orgânico. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 539-543, July/Aug. 2010.

MATA, A. T., PROENÇA, C., FERREIRA, A. R., SERRALHEIRO, M. L. M., NOGUEIRA, J. M. F., ARAÚJO, M. E. M. Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices. **Food Chemistry**, 103(3), 778–786. 2007.

MATOS, RM; SILVA, PF; LIMA, SC; CABRAL, AA; DANTAS NETO, J. Partição de assimilados em plantas de rabanete em função da qualidade da água de irrigação. **Journal of Agronomic Sciences** 4 (1): 151-164. 2015.

MATTOS, P. L. P. *et al.* Consorciação da mandioca plantada em fileiras duplas e simples com culturas de ciclo curto. I. mandioca x caupi x milho. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.18, n.1, p.25-30, 2005.

MCGILCHRIST, C. A.; TRENBATH, B. R. A revised analysis of plant competition experiments. **Biometrics**, v. 27, p. 659-671, 1971.

MELO, R. A. C. Híbrido de rabanete - Mais lucro no negócio. **Campo & Negócio**, Uberlândia, MG, 2017.

MESQUITA, CICERA MANUELE DE SOUZA. **Efeitos alelopáticos de extratos aquosos de cebolinha na germinação da alface**. 2018. 37 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/39569/1/2018_tcc_cmsmesquita.pdf. Acesso 24 jul. 2020.

MIRANDA, C.A.S.F., CARDOSO, M.G., BATISTA, L.R., RODRIGUES, L.M.A., FIGUEIREDO, A.C.S. Óleos essenciais de folhas de diversas espécies: propriedades antioxidantes e antibacterianas no crescimento espécies patogênicas. **Revista Ciência Agrônômica**, 47, 213-220. 2016.

MONTEZANO, E. M.; PEIL, R. M. N. Sistema de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência** 12: p.129-132. 2006.

MORAIS, H. *et al.* Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 38, n. 10, p. 1131-1137, 2003.

MURAYAMA, S. **Horticultura**. 2. ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1987. 322 p.

NASCIMENTO, MV; SILVA JÚNIOR, RL; FERNANDES, LR; XAVIER, RC; BENETT, KSS; SELEGUINI, A; BENETT, CGS. Manejo da adubação nitrogenada nas culturas de alface, repolho e salsa. **Journal of Neotropical Agriculture** 4 (1): 65-71. 2017.

NEPOMUCENO, R. 2014. **Viagem ao mundo das especiarias**. 6ed. Rio de Janeiro: Jose Olympio, 2014. 222.

NTARE, B. R.; WILLIAMS, J. H. Response of cowpea cultivars to planting pattern and date of sowing in Intercrops with pearl millet in Niger. **Experimental Agriculture**, v.28, n.1, p.41- 48, 1992.

NUNES, R. L. C.; BEZERRA NETO, R.; LIMA, J. S. S.; BARROS JÚNIOR, A. P.; CHAVES, A. P.; SILVA, J. N. Responsividade agroeconômica de associações de rabanete com caupi na presença de diferentes quantidades de *Calotropisprocera*, arranjos espaciais e safras de cultivo. **Ciênc. agrotec**. 2018.

ODO, P. E. Evaluation of Short and Tall Sorghum Varieties in Mixtures with Cowpea in the Sudan Savanna of Nigeria: Land Equivalent Ratio, Grain Yield and System Productivity Index. **Experimental Agriculture**, v.27, n.4, p. 435-441, 1991.

OLIVEIRA, E. Q. de; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z. de; BARROS JÚNIOR, A. P.; FREITAS, K.K.C. de; SILVEIRA, L.M. da; LIMA, J.S.S. de. Produção e valor agroeconômico no consórcio entre cultivares de coentro e de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.285- 289, 2005.

OLIVEIRA, FRA; OLIVEIRA, FA; MEDEIROS, JF; SOUSA, VFL; FREIRE, AG. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Ciência Agronômica** 41 (4): 519-526. 2010.

OLIVEIRA, J. R. **Avaliação agroeconômica das culturas de rabanete e coentro em função da época de estabelecimento do consórcio**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas/ BA. 36p. 2019. Disponível em: <http://www.repositoriodigital.ufrb.edu.br/bitstream/123456789/1637/1/TCC%20-%20Final%20pdf.pdf>. Acesso em: 03 set. 2020.

OLIVEIRA, S. G. **Alelopatia e potencialidade do consórcio entre rúcula e capim-cidreira**. 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu-SP, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/93543>. Acesso em: 02 jan.2020.

PALARETTI, L.F.; DALRI, A.B.; DANTAS, G.F.; FARIA, R.T.; SANTOS, W.F.; DOS SANTOS, M.G. Produtividade do manjericão (*Ocimum Basilicum* L.) fertirrigado utilizando vinhaça concentrada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.9, n. 5, p. 326 – 334, 2015.

PANDEY, A., K. PRADHEEP & R. GUPTA. Chinese chive (*Allium tuberosum* Rottler ex Sprengel): a home garden species or a commercial crop in India. **Genetic Resources and Crop Evolution** 61: 1433-1440. 2014.

PATHAK, N. L.; KASTURE, S. B.; BHATT, N. M.; RATHOD, J. D. Phytopharmacological Properties of Coriander Sativum as a Potential Medicinal Tree: An Overview. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, p.20-25, 2011.

PINTO, C. M. *et al.* Produtividade e índices competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 75-85, 2011.

PINTO, C. M.; PINTO, O. R. O. Avaliação da eficiência biológica e habilidade competitiva nos sistemas de consorciação de plantas. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v.8, n.14; p. 105-122, 2012.

PINTO, C. M.; PINTO, O. R. O.; PITOMBEIRA, J. B. Mamona e girassol no sistema de consorciação em arranjo de fileiras: eficiência biológica. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.2, n.1, p.41-52, 2012.

PORTO, V. C. N. **Bicultivo de alface e rúcula consorciadas com cenoura em faixas**. 2008. 97 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008.

PULITI, J. P. M; REIS, H. B.; PAULINO, H. D. M.; RIBEIRO, T. C. M.; TEIXEIRA, M. Z.; CHAVES, A. S.; RIBEIRO, B. R.; MACIEIRA, G. A. A.; YURI, J. E. Comportamento da

cultura do rabanete em função de fontes e doses de cálcio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, p.3003-3008, 2009.

RADKE, A. K.; REIS, B. B.; GEWEHRL, E.; ALMEIDA, A. D.; TUNES, L. M.; VILLELA, F. A. Alternativas metodológicas do teste de envelhecimento acelerado em sementes de coentro. **Ciência Rural**, 46(1), 95-99, 2016.

RAUT, J. S., KARUPPAYIL, S. M. A status review on the medicinal properties of essential oils. **Industrial Crops and Products**, 62, 250–264. 2014.

RESENDE, A. L. S.; FERREIRA, R. B.; SOUZA, B. Atratividade de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) aos compostos voláteis de coentro, endro e erva-doce (Apiaceae) em condições de laboratório. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n.1, p. 037- 043, 2015.

RESENDE, A. L. S.; VIANA, A. J. S.; OLIVEIRA, R. J.; AGUIAR-MENEZES, E.L.; RIBEIRO, R. L. D.; RICCI, M. S. F.; GUERRA, J. G. M. Consórcio couve-coentro em cultivo orgânico e sua influência nas populações de joaninhas. **Horticultura Brasileira** 28: 41-46. 2010.

REZENDE, B. L. A.; COSTA, C. C.; CECILIO FILHO, A. B.; MARTINS, M.I. E. G.; SILVA, G. S. Análise econômica de cultivos consorciados de alface e americana x rabanete: um estudo de caso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 853-858, 2005.

ROSADO, L.D.S.; PINTO, J.E.B.P.; BOTREL, P.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; NICULAU, E.S.; ALVES, P.B. Influência do processamento da folha e tipo de secagem no teor e composição química do óleo essencial de manjeriço cv. Maria Bonita. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.2, 291-296p. 2011.

ROSSI, C. E.; MONTALDI, P. T. Nematóides de galha em rabanete: susceptibilidade de cultivares e patogenicidade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.72- 75, 2004.

SANTOS, L. D. T. *et al.* Phenotypic plasticity of *Neonotonia wightii* and *Pueraria phaseoloides* grow under diferente light intensities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n.1, p. 519-528, 2015.

SANTOS, T. S.; SANTOS V. X. **Atualização de uma coleção de trabalho de acessos do gênero *Ocimum***. Monografia (Bacharelado em agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 25p, 2014. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/10509/1/2014_ThiagoSilvadosSantos_ValberXavierdosSantos.pdf. Acesso em 04 abr.2020.

SÃO JOÃO, R. E.; RAGA, A. **Mecanismo de defesa das plantas contra o ataque de insetos sugadores**. Instituto Biológico-APTA Documento Técnico 23, p.1-13, 2016.

SARAN, P. L.; TRIPAT, H. V.; MEENA, R. P.; KUMAR, J.; VASARA, R. P. Chemotypic characterization and development of morphological markers in *Ocimum basilicum* L. germplasm. **Scientia Horticulturae** 215: 164-171, 2017.

SCHIMIDT, A.; SOUZA, E. R.; FERNANDES, C. E. C.; SOUZA, F. R. Espaçamento, monocultivo e consórcio no cultivo de rabanete e rúcula na Amazônia Ocidental. **Anais da II Reunião de Ciência do Solo da Amazônia Ocidental**. Porto Velho, P 232- 235. 380p. 2014.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, I. C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, p.829-837, 2014.

SENAR - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: produção e beneficiamento**. SENAR. Brasília. 124p. 2017.

SILVA, C. R. M.; SILVEIRA, M. H. D. Fertirrigação da cultura do rabanete com diferentes dosagens de nitrogênio. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, p. 947-953, 2012a.

SILVA, L.F.O.; CAMPOS, K.A.; MORAIS, A.R.; COGO, F.D.; ZAMBON, C.R. Tamanho ótimo de parcela para experimentos com rabanetes. **Revista Ceres**, v.59, n.5, p.624-629, 2012b.

SILVA, R. T.; SOUZA, A. A. T.; OLIVEIRA, F.A.; TARGINO, I. S. O.; SILVA, M. L. N. Tolerância do rabanete ao encharcamento do solo. **Revista Verde**, Mossoró -RN, v. 7, n.1, p. 25-33, 2012c.

SIM, L. Y.; ABD RANI, N. Z.; HUSAIN, K. Lamiaceae: An Insight on Their Anti-Allergic Potential and Its Mechanism of Actions. **Front. Pharmacol.** 10:677, 1-36p. 2019.

SOUSA, T.V.; ALKIMIM, E.R.; DAVID, A.M.S.S.; SÁ, J.R.; PEREIRA, G.A.; AMARO, H.T.R.; MOTA, W.F. Época de colheita e qualidade fisiológica de sementes de coentro produzidas no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.13, p.591-597, 2011.

SOUZA, B. P.; SIMÕES, A. C.; ALVES, G. K. E. B.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E. Produtividade e rentabilidade de cebolinha orgânica sob diferentes densidades de plantio e métodos de colheita. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11, n.21, p.1576-1585, 2015.

SOUZA, G.P.de; LIMA, L.G.F.de; BORGES, I.A.; BENETT, C.G.S.; BENETT, K.S.S. Manejo da adubação potássica para a cultura do rabanete. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia - MS, v.2, n.4, p.60-64, 2015.

SOUZA, G.S.; CASTRO, E.M.; SOARES, A.M.; SANTOS, A.R.; ALVES, E. Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas. **Semina: Ciências Agrárias** 32: 1843-1854. 2011.

SOUZA, J. P.; MACEDO, M. A. S. Análise de viabilidade agroeconômica de sistemas orgânicos de produção consorciada. **ABCustos Associação Brasileira de Custos**, São Leopoldo, v. 2, p. 57-78, 2007.

SUGASTI, J. B. **Consortiação de hortaliças e sua influência na produtividade ocorrência de plantas espontâneas e artrópodes associados**. 2012. 158f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Produção sustentável) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, DF, 2012. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/11256/1/2012_JuanBenjaminSugasti.pdf. Acesso em: 13 fev. 2020.

SUGASTI, J. B.; JUNQUEIRA, A. M. R.; SABOYA, P. A. Consórcio de rabanete, alface e quiabo e seu efeito sobre as características agrônômicas das culturas, produção e índice de equivalência de área. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 8, n. 2, p. 214-225, 2013.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MOLLER, I.M., MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Artmed, Porto Alegre. 2017.

TSCHARNITKE, T.; CLOUGH, Y.; BHAGWAT, S. A.; *et al.* Multifunctional shade-tree management in tropical agroforestry landscapes: a review. **Journal of Applied Ecology** 48(3): 619-629, 2011.

VANDERMEER, J. **The ecology of intercropping**. Cambridge University Press, New York, 1992. p.237.

VIANA, C. S. **Eficiência Agroeconômica e Aspectos Fisiológicos no Consórcio de Rúcula (*Eruca sativa* Miller) com Espécies Aromáticas Condimentares**. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/32261/3/2017_dis_csviana.pdf. Acesso em: 14 jun. 2020.

VIEIRA, J. C. B. **Consórcio taro e feijão-vagem em função da época de plantio**. 2013. 54f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2013. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/4612/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2020.

VIEIRA, M.C.; CARLESSO, A; HEREDIA ZÁRATE, N.A.; GONÇALVES, W.L.F.; TABALDI, L.A.; MELGAREJO, E. Consórcio de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) e alface sob dois arranjos de plantas. **Rev. bras. plantas med.**, Botucatu, v. 14, n, 169-174p, 2012.

WILLEY, R. W. Intercropping: its importance and research needs. Part 1: Competition and yield advantages. **Field Crop Abstracts**, v. 32, n. 1, p. 1-10, 1979.

WILLEY, R.W.; RAO, M. R. A competitive ratio for quantifying completion between intercrops. **Experimental Agriculture**, v.16, n.2, p.117-125, 1980.

YAMANE, K.L.N.; LU, N.; OHNISHI, O. Multiple origins and high genetic diversity of cultivated radish inferred from polymorphism in chloroplasts simple sequence repeats. **Breeding Science**, v.59, n.1, p.55-65, 2009.

ZARATE, N. A. H. *et al.* Produção e renda bruta da cultura do taro, em cultivo solteiro e consorciado com as culturas da salsa e do coentro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 83-89, 2007.

ZARATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C.; BRATTI, R. Efeitos da cama-de-frangos e da época de colheita sobre a produção e a renda bruta da cebolinha 'Todo Ano'. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.33, n.2, p.73- 78, 2003.

ZÁRATE, N. A.; MATTE, L. C.; VIERA, M. C.; GRACIANO, J. D.; HEID, D. M.; HELMICH, M. Amontoas e cobertura do solo com cama-de-frango na produção de cebolinha, com duas colheitas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, n.3, p.449-454, 2010.